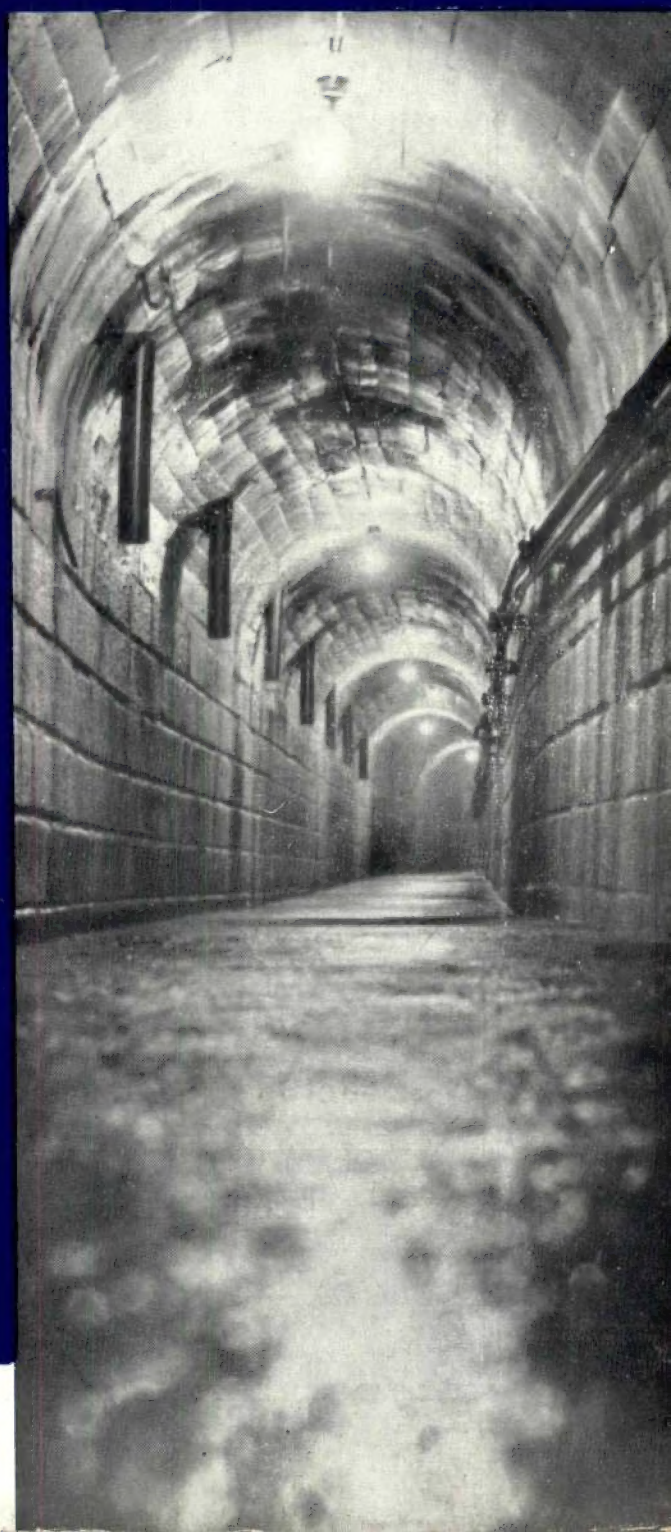
TÉCNICA



REVISTA DE ENGENHARIA
DOS ALUNOS DO I.S.T.

N.º 179 - Janeiro - 1948

CIMENTO

SECIL

Fabricado pelos mais modernos processos e preferido para todos os trabalhos de responsabilidade.
Sacos de papel ou de juta com 50 Kg.
Barricas de 180 Kg.

S E C I L

COMPANHIA GERAL DE CAL E CIMENTO
RUA DO COMÉRCIO, 56, 3.º
LISBOA

SOCIEDADE INDUSTRIAL METALURGICA

Responsabilidade Limitada
(REGISTADO)

SERRALHARIAS,
CALDEIRARIA,
FERRARIA,
FUNDIÇÕES

ESCRITÓRIO
Rua de S. Tiago, 13
LISBOA
Telefone 26572

CIMENTO TEJO

FÁBRICA EM ALHANDRA

A instalação mais moderna do País. Dois fornos rotativos em laboração. — O "CIMENTO TEJO" marca pelas suas altas resistências e regularidade, garantidas pela fiscalização contínua de todas as fases do fabrico, exercida por técnicos portugueses especializados.

Pedidos à Companhia "CIMENTO TEJO"

SEDE EM LISBOA
RUA DA VITÓRIA, 88, 2.º

FILIAL NO NORTE
AV. DOS ALIADOS, 20, 3.º
PORTO

NÚMERO
179
Janeiro — 1948

TÉCNICA

REVISTA DE ENGENHARIA
DOS
ALUNOS DO INSTITUTO SUPERIOR TÉCNICO
Redacção e Administração: AV. ROVISCO PAIS, IST / LISBOA-N./ TEL. 70144 (linha 50)

DIRECTOR
FERNANDO JÁCOME DE CASTRO

ADMINISTRADOR
HENRIQUE ESTÁCIO MARQUES

BIBLIOTECÁRIO
JAIME ORNELAS CAMACHO

SECRETÁRIO
JOSÉ MARIA AVILLEZ
A. ACCIAIOLLI

NÚMERO AVULSO 7$50

ASSINATURAS:

	3 N.os	6 N.os	12 N.os
Continente e Ilhas	21$00	40$00	75$00
Colónias Portuguesas e Estrangeiro	—	45$00	80$00

EDITOR E PROPRIETARIO
ASS. DOS ESTUD. DO I. S. T.

COMPOSTO E IMPRESSO
NA
Tip. JORGE FERNANDES, L.da
RUA CRUZ DOS POIAIS, 103
LISBOA

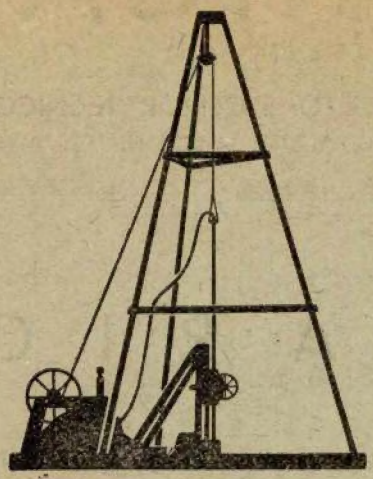
SUMÁRIO

CAPA — Galeria de drenagem da barragem de Guilhofrei (Ermal) — Secção 2,00 × 2,50 m.

		Págs.
O problema pedagógico do Instituto Superior Técnico	Eng.º Luís A. de Almeida Alves	673
Cálculo de secções rectangulares de betão armado, com armadura dupla	Eng.º Manuel Bravo	677
Ábaco para doseamento de betões	Eng.º Sidónio Brazão Farinha	681
Reactividade do carvão de madeira	Vergílio Rui Teixeira Lopo	686
A pré-fabricação na técnica colonial	Eng.º Manuel Pimentel Pereira dos Santos	696
Nótula sobre a geomorfogenia de Setúbal	Falcão Machado	705
Notas à excursão dos alunos do 6.º ano de minas a França e Espanha (curso de 1946-47)	José Rogado e Fernando Freitas	708
2.º Congresso Nacional de Engenharia		719
Décimo Sétimo Congresso Internacional de Navegação		722
Mundo Técnico		725
Biblioteca		728

OS ARTIGOS PUBLICADOS NESTA REVISTA SÃO DE EXCLUSIVA RESPONSABILIDADE DOS AUTORES

SONDAGENS RODIO, Limitada



RODIO

Sondagens geológicas, estudo da resistência e permeabilidade de terrenos; laboratório geotécnico

Pesquisas de água.

Consolidação e impermeabilização de terrenos e de obras por meio de injecções de cimento, produtos químicos, argila activada, emulsão betuminosa Shellperm, etc.

Estacas de betão armado, sistema **Ródio** moldadas no solo sem trepidações.

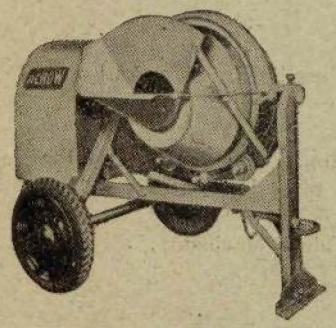
Rebocos comprimidos por «**cement gun**»

Fundações em terrenos difíceis quer por congelação artificial, quer por abaixamento do lençol de água.

As melhores referências no país e no estrangeiro

Sócio gerente residente em Portugal:
Walter Weyermann, Eng. civil

Praça do Município, 32, 2.º — LISBOA Tel. 2 8685



ACROW

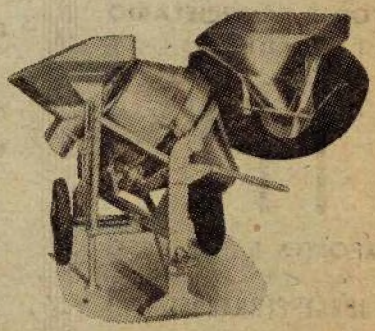
150 LITROS

As únicas betoneiras de 150 litros, equipadas com tremonha doseada de materiais, permitindo trabalho contínuo, isto é o s/**rendimento aumentado em 50 %**; chassis montados sobre molas e rodado sobre pneus, isto é, permitindo **a mais fácil deslocação.**

MOTORES

A GASOLINA

Entrega imediata, no armazém do representante exclusivo para Portugal



Telef. 2 2001 / 2 6633

Henry M. F. Hatherly, Ltd.ª
Rua do Comércio, 8-5.º — LISBOA

WILD

APARELHOS DE ALTO RENDIMENTO PARA
TOPOGRAFIA GEODESIA FOTOGRAMETRIA

EFICIÊNCIA **ROBUSTEZ**

COMPROVADAS POR MUITAS CENTENAS DE INSTRUMENTOS

vendidos em Portugal e Colónias, a maior parte dos quais ainda em serviço após anos de trabalho intensivo

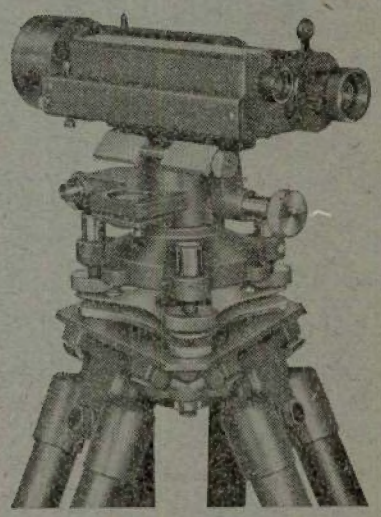
Nível pequeno **N I**
» médio **N II**
» de precisão **N III**

Teodolito-bússola **T 0**
» repetidor **T 1**
» universal **T 2**
» de precisão **T 3**
» astronómico **T 4**

Alidade com prancheta
Estádia de invar
Telémetros

Foto-teodolito
Câmaras fotográficas
Restituidores

Goniómetros e outros instrumentos topográficos militares



NÍVEL MÉDIO
WILD N II

NOS NOSSOS ESCRITÓRIOS ESTÃO À DISPOSIÇAO DOS INTERESSADOS AS LISTAS DOS COMPRADORES

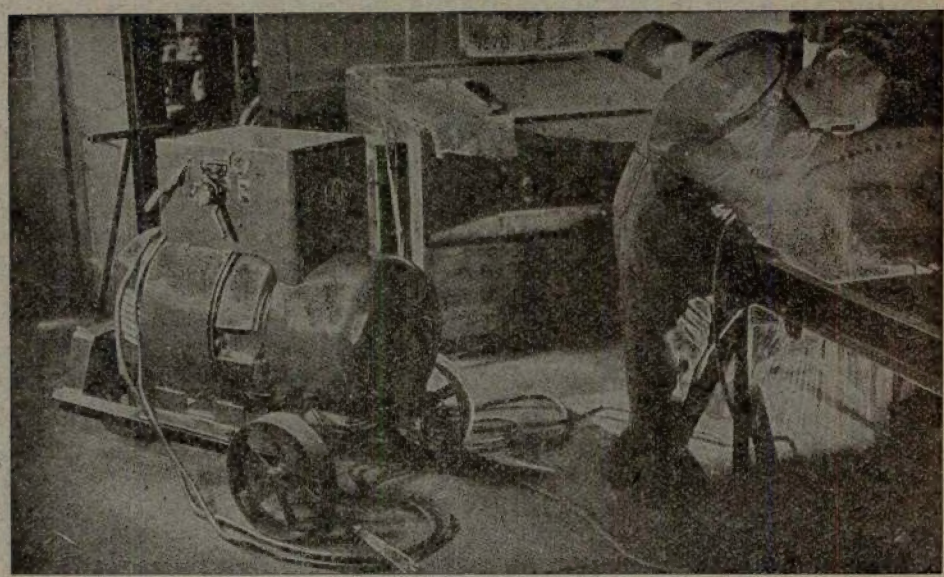
Representantes e Depositários

PIMENTEL & CASQUILHO, L.DA
R. EUGÉNIO DOS SANTOS, 75 TELEF. 2 4314/15 LISBOA

WILD
HEERBRUGG

GENERAL ELECTRIC

Schenectady, N. Y.



Instalação de soldadura eléctrica com grupo rotativo

Motores e dínamos. Alternadores. Transformadores. Aparelhos para alta e baixa tensão Centrais termo e hidroeléctricas. Instalações para melhorar o factor potência. Tracção eléctrica. Máquinas, Transformadores e Electrodos para soldadura eléctrica. Fornos eléctricos. Automotoras eléctricas e Diesel-Eléctricas. Turbinas de vapor. Aparelhos de iluminação. Instrumentos de medida. Condutores eléctricos. Electrificação de fábricas. Comandos eléctricos especiais para fábricas téxteis, fábricas de papel, etc. Máquinas frigoríficas. Emissores e receptores para T. S. F. Aparelhagem de Electro-Medicina. Instalações de Som.

GENERAL ELECTRIC

Portuguesa, S. A. R. L.

LISBOA
Rua do Norte, 5

Telef. 28135-28136

Fábrica Nacional de Condutores Eléctricos, L.da

VENDA NOVA — AMADORA

•

CONDUTORES ELÉCTRICOS

CEL

Fabricados pela indústria nacional segundo as Normas de segurança das instalações de Baixa Tensão

•

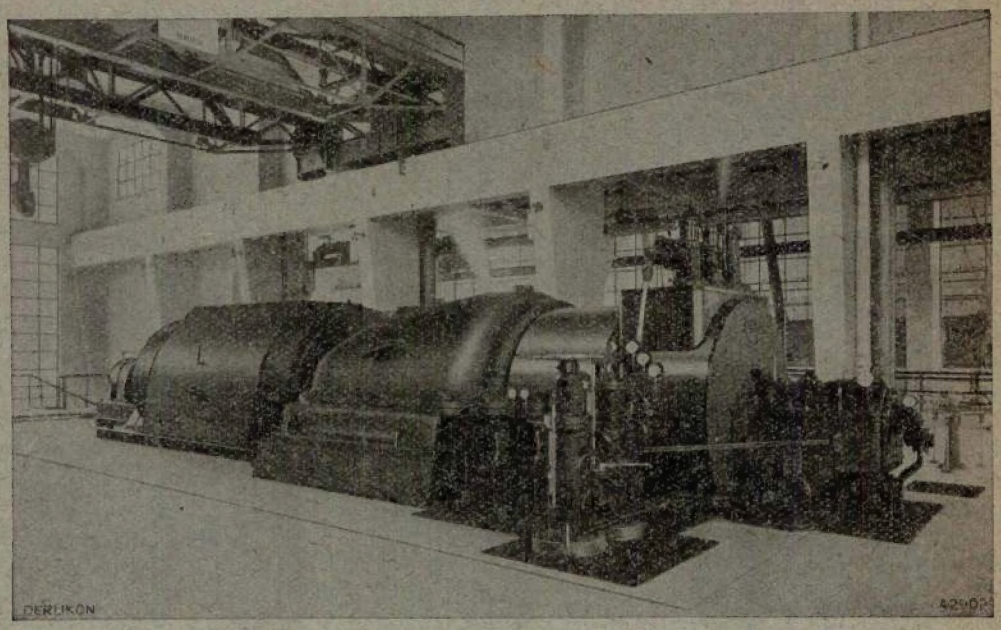
CONCESSIONÁRIOS GERAIS:

SODIL — Sociedade Distribuidora, L.da

R. NOVA DA TRINDADE, 15-C

LISBOA

OERLIKON



Grupo turbo-alternador Oerlikon de 30000 kW e ponte rolante de 74 t. da Central de Hameenlinna (Filândia)

PRODUTOS OERLIKON

Equipamentos eléctricos para centrais termo e hidro-eléctricas, subestações e instalações de distribuïção. Geradores e motores eléctricos de todos os tipos, transformadores, reguladores de indução, grupos convertidores, mutadores, turbinas a vapor e turbo geradores, gruas eléctricas, interruptores e aparelhos de manobra para alta e baixa tensão, aparelhos de protecção e relais de todos os tipos, equipamentos para soldadura eléctrica por arco, compressores e bombas de vácuo, electrolisadores, equipamentos eléctricos para locomotivas, automotoras eléctricas e diesel-eléctricas (via estreita e normal), tramwais, troley-buses, funiculares, teleféricos, etc.

Representante Geral para Portugal e Colónias

P. BELLASI

Pôrto // Rua Sá da Bandeira, 494, 3.° // Telefone 968

ATELIERS DE CONSTRUCTION OERLIKON
ZURICH-OERLIKON (SUIÇA)

TÉCNICA

FERNANDO JÁCOME DE CASTRO
DIRECTOR

ANO XXIII - N.º 179 JANEIRO 1948

O PROBLEMA PEDAGÓGICO DO INSTITUTO SUPERIOR TÉCNICO

PELO ENG.º QUÍMICO-INDUSTRIAL LUÍS A. DE ALMEIDA ALVES
(Assistente do I. S. T.)

C. D. 37

Sem preocupações de um rigor exagerado, pode definir-se curso como sendo o conjunto mínimo de conhecimentos que permite exercer uma determinada actividade com um rendimento razoável. Este conjunto de conhecimentos, que é fixado para cada profissão, de acordo com o seu grau de desenvolvimento em função do tempo, é adquirido pelos estudantes sob a forma de uma soma de sub-conjuntos que constituem as cadeiras do curso.

Essa soma tem de ser feita, em geral, segundo uma certa ordem e não pode evidentemente, deixar de satisfazer à definição de soma de conjuntos; mas, sendo assim, só aparecem, na soma, os conhecimentos que façam parte de alguma cadeira e estes, uma única vez, mesmo que sejam repetidos em várias. Esta afirmação permite concluir, imediatamente que, sob o ponto de vista pedagógico, é *necessário* que as diferentes cadeiras de um curso sejam estabelecidas de modo tal que nenhum assunto possa ser omitido ou repetido.

Esta conclusão a que, aliás, já por duas vezes, tive ocasião de fazer referência [1], representa, por assim dizer, o aspecto quantitativo do problema pedagógico. É evidente, contudo, que não basta enumerar os conhecimentos a adquirir: é preciso, também, estabelecer o modo como devem ser tratados.

Este segundo problema que é bastante complexo, como é natural, depende essencialmente, das qualidades técnico-pedagógicas das pessoas a quem o ensino é confiado e, portanto, o estudo deve começar, lògicamente, por fixar quais devem ser essas qualidades. Não é possível, porém, num problema desta natureza, chegar a um resultado exacto que não seja afectado de um certo coeficiente de subjectivismo, mas, *por isso mesmo,* há toda a vantagem, em analisar, até que ponto é possível tratá-lo objectivamente.

Posta a questão nestes termos, vou tentar fazer essa análise, em linhas gerais [2].

Pode admitir-se que o rendimento profissional η de um indivíduo, é susceptível de e exprimir pela forma binómia

$$\eta = aT + bS,$$

em que T e S representam as percentagens de treino e de sabedoria que são inerentes a

(1) Nos artigos «Ciência e Técnica» e «Transporte Mecânico de Sólidos nas Instalações Industriais», publicados na «Técnica» respectivamente nos n.os 125 e 165.

(2) Nada impede, evidentemente, que a análise seja feita de maneira diferente.

cada actividade e cuja soma é, evidentemente, igual a 100 [1] e sendo os coeficientes a e b as fracções de T e de S correspondentes a cada indivíduo [2].

Esta separação do rendimento profissional em duas parcelas justifica-se porque as suas características são fundamentalmente diferentes. Com efeito, enquanto que a sabedoria é transmissível de indivíduo para indivíduo, o treino é uma qualidade que cada indivíduo adquire só para si [3].

Mas, sendo assim, e admitindo que, para a Engenharia, se podem fixar, aproximadamente, os valores $T = 50\ \%$ e $S = 50\ \%$, é lícito concluir que um bom engenheiro (para o qual, por exemplo, $\eta = 75\ \%$), estará mais apto a transmitir os seus conhecimentos, se for $a = 0{,}5$ e $b = 1$, do que outro para o qual $a = 1$ e $b = 0{,}5$. Quer dizer, portanto, que o primeiro terá mais condições para professor [4] do que o segundo.

Essas condições serão expressas, matemàticamente, por um índice i_1 que designarei por *primeiro índice de escolha* e cujo valor será igual ao produto do rendimento η por uma certa função de $\alpha = \frac{b}{a+b}$.

Exprimindo essa função sob a forma de umá potência de expoente n, ter-se-á

$$i_1 = (k_1 \alpha^n)\eta \qquad (n < 1),$$

sendo k_1 tal que $k_1(0,5)^n = 1$, isto é, de modo que, quando $a = b$, seja $i_1 = \eta$.

Por outro lado, a transmissão de conhecimentos tem de ser feita de modo a adaptar-se à formação intelectual dos alunos, a fim de se obter um elevado rendimento de ensino. Acontece, porém, que a natureza dos conhecimentos da Engenharia exige que essa formação seja essencialmente matemática e física e, portanto, o professor é obrigado a ter, além da sabedoria profissional, uma razoável cultura teórica que não só evite descontinuidades no curso, mas também lhe permita dominar todas as questões suscitadas pela curiosidade dos alunos.

A expressão matemática da influência da cultura teórica estabelecer-se-á considerando o *segundo índice de escolha* i_2, cujo valor se obtém a partir do rendimento η, multiplicando o por uma função de $\beta = \frac{S' + S}{S}$, em que S' é a sabedoria teórica relacionada com os assuntos a ensinar [5].

Mas é lógico que a influência de β não aumente muito a partir de um certo valor de S'; por isso, a forma da função de β deverá ser, fundamentalmente, logarítmica.

Fazendo intervir, como no caso anterior, um certo expoente m, ter-se-á

$$i_2 = k_2(\log \beta)^m \eta \qquad (m < 1).$$

O *índice de escolha* definitivo i [6] será, portanto, a somà destes dois índices, ou seja

$$i = i_1 + i_2 = [\, k_1 \alpha^n + k_2(\log \beta)^m \,]\, \eta \ [7].$$

---

(1) Como casos limites, pode tomar-se $T = 100\ \%$ e $S = 0$ para uma profissão meramente mecânica e $T = 0$ e $S = 100\ \%$ para uma profissão puramente abstracta.

(2) É evidente que a e b não podem ser superiores à unidade.

(3) O treino pode ser transmitido indirectamente se tiver contribuído para aumentar a sabedoria.

(4) Designando por professor todo aquele que ensina.

(5) Se se trata de escolher um professor de cadeiras teóricas, o que interessará é a relação $\frac{S + S'}{S'}$

(6) A expressão de i não engloba certas qualidades de mais difícil concretização, como qualidades de carácter, de dedicação ao ensino, etc.

(7) Esta expressão seria diferente, se os raciocínios fossem conduzidos de outra maneira.

O valor de i achado, constitui uma base numérica de apreciação e, a partir dele, o Conselho Escolar ficaria em condições de poder «escolher livremente e livremente dispensar os Professores e Assistentes», como preconiza o Sr. Prof. Adrião Sequeira, actual director do Instituto Superior Técnico, no seu artigo publicado no n.º 177 da «Técnica».

A única dificuldade que se opõe a este sistema é a determinação do valor de i que depende de 3 constantes (n, k_2, m) e de 3 variáveis (η, α, β) cada uma das quais não se pode determinar senão muito grosseiramente.

A prova dessas dificuldades está na situação actual do Instituto Superior Técnico. Com efeito, o pessoal docente é constituído por 92 indivíduos, dos quais só um (1) não foi admitido livremente. Por outro lado, com excepção de 19 professores catedráticos e de 4 chefes de trabalhos, todo o pessoal existente pode ser dispensado livremente, de harmonia com o regulamento do I. S. T. (2). Pode, portanto, concluir-se que, no momento actual, o movimento do corpo docente é 85 % livre; mas, no entanto, «impõe se a remodelação da Escola», como afirmou também o Sr. Prof. Adrião Sequeira.

Essa remodelação, sob o ponto de vista pedagógico, deveria consistir, como consequência dos raciocínios feitos, em estabelecer os critérios mais exactos de determinação dos valores que intervêm na expressão de i.

No que se refere às constantes n, k_2 e m, o único critério que pode ser aplicado consiste em arbitrar valores que não dêem, «a priori», resultados inadmissíveis (3) e verificar, depois se a fórmula se ajusta a exemplos concretos o que permitirá corrigir os valores arbitrados. Aliás, estes valores poderão ser alterados à medida que aumente o número de exemplos existentes.

Resta estabelecer os critérios para a determinação das variáveis η, α e β e é, neste ponto, que se situa a maior dificuldade do problema. Com efeito, cada uma dessas variáveis pode aparecer com valores muito afastados do seu valor verdadeiro se os critérios adoptados para a determinação de η, b e S' não forem cuidadosamente estudados.

Para demonstrar a afirmação anterior, apliquemos um critério errado a cada uma das variáveis η, b e S'.

1) *Rendimento profissional* η

Critério: Apreciação dos resultados práticos, de vulto, conseguidos na vida profissional.

Erro do critério: Os resultados referidos são função não só do rendimento profissional mas também das condições de trabalho e da posição hierárquica a qual, por sua vez, não depende sòmente do valor pessoal, mas também de outros factores.

2) *Coeficiente pessoal de sabedoria b*

Critério: Número de artigos escritos sobre um dado ramo da profissão.

Erro do critério: Esses artigos são função não só da sabedoria, mas também do tempo disponível para os escrever, da facilidade de compilar dados, etc.

3) *Sabedoria teórica* S'

Critério: Notas do curso nas cadeiras matemáticas e físicas.

---

(1) O Prof. Ferrer Moncada que entrou por concurso.

(2) Ainda recentemente foram dispensados livremente um primeiro assistente com regência teórica e um segundo assistente por razões cuja análise não interessa à sequência do artigo. Pela mesma razão, não se citam os nomes.

(3) Por exemplo, $n = \frac{3}{4}$, $k_2 = 1{,}5$ e $m = \frac{1}{4}$. O valor de k_1 será $k_1 = 1{,}67$, a partir da relação $k_1 (0{,}5)^{\frac{3}{4}} = 1$.

Erro do critério: Essas notas não significam necessàriamente que haja a noção exacta da aplicação das noções teóricas aos problemas da prática.

As considerações feitas anteriormente permitem compreender as dificuldades que se depararíam ao Conselho Escolar ao pretender fazer a escolha livre dos professores para o Instituto Superior Técnico. Por esta razão, nos últimos anos, tem-se feito uso do sistema de concursos, os quais, de facto, não conseguem dar uma ideia exacta dos valores reais das variáveis, n, b e S'. Nestas condições, parece ser legítimo concluir, como afirma ainda o Sr. Prof. Adrião Sequeira que «o concurso para admissão a Professor é um sistema a banir do regulamento», dada a sua insuficiência na determinação do índice de escolha.

Mas, isso só seria possível, no entanto, desde que o Conselho Escolar estabelecesse critérios definidos para determinar, com maior rigor, as variáveis que intervêm na resolução do problema [1], de modo a não poder deixar dúvidas quanto ao valor real, como professor, de cada indivíduo que fosse candidato a lugares de ensino. Por outras palavras, a supressão dos concursos, se se efectuasse, deveria ser precedida de um estudo profundo e cuidadoso dos critérios a adoptar, a fim de impedir que as vantagens resultantes dessa supressão fossem, porventura, inferiores, em valor absoluto, aos inconvenientes que dela pudessem advir.

Nada direi, contudo, sobre a minha opinião relativa ao estabelecimento desses critérios, porque o assunto é da competência do Conselho Escolar.

---

[1] Esta afirmação é válida, evidentemente, qualquer que seja a expressão de i a que se chegue.

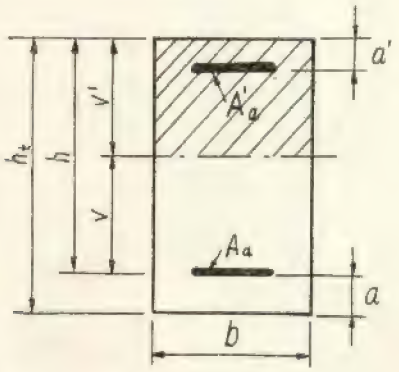
Cálculo de secções rectangulares de betão armado, com armadura dupla

PELO ENG.º CIVIL (I. S. T.) MANUEL BRAVO
Assistente do I. S. T.

C. D. 624.012.3 : 539.4

Como é do conhecimento geral, a solução de armadura de compressão nas peças de betão armado, pressupõe a necessidade de sujeição a dimensões determinadas por motivos de qualquer ordem: espaços disponíveis limitados, arquitectura imposta, necessidade de semelhança com peças contíguas ou no conjunto, etc., o mesmo é dizer que a solução de armadura de compressão dá-nos de antemão dois valores para o cálculo: a altura e largura da peça, isto é h_t e b. A maioria das tabelas de cálculo existentes, ou ábacos, estão organizados para uma determinada relação $\frac{a'}{h}$, sendo necessário posteriormente fazer as correcções convenientes impostas pela verdadeira posição de A'_a.

No método de cálculo que apresentamos, pretende-se entrar directamente, desde início, com o valor real de a'.



O quadro de constantes: quadro I, está feito à régua de cálculo, e a dedução das fórmulas apresentadas, é dada mais adiante, em seguida aos exemplos.

I) *Determinação da armadura tendida*

$$\boxed{A_a = \frac{M}{R_a\,(h - a')} + \psi \cdot \frac{b\,h}{(h - a')}} \quad \ldots \quad (1)$$

II) *Determinação da armadura comprimida*

$$\boxed{A'_a = A_a \frac{R_a}{R'_a} - \frac{b\,v'}{2} \cdot \frac{R'_b}{R'_a}} \quad \ldots\ldots \quad (2)$$

Exemplo n.º 1

Calcular uma secção rectangular para resistir a M=20000 kg . m, com h=80 cm, b = 35 cm, sendo a' = 4 cm. Supõe-se além disso que:

$R_a = 1200$ kgs/cm²
$R'_b = 45$ » »

1) *Armadura de tracção*

Aplicando a fórmula (1) e tirando ψ do quadro vem; para

$$45/1200 \rightarrow \psi = 0{,}00674\,(0.12 \times 80 - 4),$$

donde:

$$A_a = \frac{2.000.000}{1200\,(80 - 4)} + 0{,}00674\,(0.12 \times 80 - 4)\,\frac{35 \times 80}{80 - 4}$$

logo

$$A_a = 21{,}6 + 1.39 = \underline{\underline{22{,}99}}\ \text{cm}^2$$

2) *Armadura de compressão*

Calculamos prèviamente:

$$R'_a = m\,R'_b \cdot \frac{v' - a'}{v'}$$

sendo $v' = \alpha h'$, para $45/1200 \rightarrow \alpha = 0.36$ donde

$$R'_a = 15 \times 45 \times \frac{0.36 \times 80 - 4}{0.36 \times 80} = 580 \text{ kg/cm}^2$$

logo, pela aplicação de (2) vem:

$$A'_a = 22{,}99 \times \frac{1200}{580} - \frac{35 \times 28{,}8 \times 45}{2 \times 580} =$$
$$= 47{,}6 - 39{,}1 = \underline{\underline{8{,}5}} \text{ cm}^2$$

Exemplo n.º 2

Calcular uma viga duplamente armada para $M = 2.500.000$ kg.cm $h = 75$ cm $b = 52$ cm

$$\text{cm} \begin{cases} R'_b = 45 \\ R_a = 1200 \end{cases}$$

Do quadro tiramos:

$$\psi = 0{,}00674\,(0.12\,h - a') =$$
$$= 0{,}00674\,(0.12 \times 80 - 4) = 0{,}0337$$

$$\alpha = 0.26 \rightarrow v' = \alpha h = 0.36 \times 75 = 27{,}0 \text{ cm}$$

logo:

$$R'_a = m\,R'_b \frac{v' - a'}{v'} = 15 \times 45 \times$$
$$\times \frac{23}{24} = 575 \text{ kgs/cm}^2$$

portanto:

1) dá: $A_a = \dfrac{2.500.000}{1200 \times 71} + \dfrac{52 \times 75}{71} \times$
$\times\, 0{,}0337 = 29{,}35 + 1.85 = 31{,}2 \text{ cm}^2$

2) dá: $A'_a = 31{,}2\,\dfrac{1200}{575} - \dfrac{52}{2}\,\dfrac{27}{575} \times$
$\times\, 45 = 65{,}1 - 54{,}9 = 10{,}2 \text{ cm}^2$

Não é necessário, em qualquer dos exemplos, fazer correcções, visto que nos cálculos entrámos em linha de conta com a verdadeira posição da armadura.

Dedução das fórmulas anteriores:

I) *Valor de A_a*

Sabemos que:

$$A_a\,R_a\,(h - a') - \frac{1}{2}\,b\,v'\,R'_b\left(\frac{v'}{3} - a'\right) = M$$

fazendo:

$$\lambda = \frac{A_a}{bh} \quad \text{e} \quad \alpha = \frac{v'}{h}$$

vem:

$$\lambda\,bh\,R_a\,(h - a') - \frac{1}{2}\,b\,v'\,R'_b\left(\frac{v'}{3} - a'\right) = M$$

dividindo por h

$$\lambda\,b\,R_a\,(h - a') - \frac{1}{2}\,b\,\alpha\,R'_b\left(\frac{v'}{3} - a'\right) = \frac{M}{h}$$

ou

$$\lambda\,R_a\,(h - a') - \frac{1}{2}\,\alpha\,R'_b\left(\frac{v'}{3} - a'\right) = \frac{M}{bh}$$

donde:

$$\lambda = \frac{M}{bh\,.\,R_a\,(h - a')} + \frac{\alpha\,R'_b\left(\frac{v'}{3} - a'\right)}{2\,R_a\,(h - a')}$$

mas

$$R'_b = \frac{\alpha}{1 - \alpha} \times \frac{R_a}{m}$$

vem:

$$\lambda = \frac{M}{bh\,.\,R_a\,(h - a')} + \frac{\alpha^2\,R_a\left(\frac{v'}{3} - a'\right)}{2\,R_a\,m\,(1 - \alpha)\,(h - a')}$$

ou

$$\lambda = \frac{M}{bh\,.\,R_a\,(h - a')} + \frac{\alpha^2\left(\frac{\alpha\,h}{3} - a'\right)}{2m\,(1 - \alpha)\,(h - a')}$$

como $A_a = \lambda\,bh$ vem:

$$A_a = \frac{M}{R_a\,(h - a')} + \frac{\alpha^2\left(\frac{\alpha\,h}{3} - a'\right)}{2m\,(1 - \alpha)} \cdot \frac{bh}{(h - a')}$$

chamando

$$\psi = \frac{\alpha^2\left(\frac{\alpha\,h}{3} - a'\right)}{2m\,(1 - \alpha)}$$

vem:

$$\boxed{A_a = \frac{M}{R_a\,(h - a')} + \psi\,.\,\frac{bh}{h - a'}} \quad \ldots\ (1)$$

II) *Valor de A'_a*

Sabemos igualmente que:

$$\frac{1}{2}\,bv'^2 + m\,A'_a\,(v' - a') - m\,A_a\,(h - v') = 0$$

QUADRO I

$$A_a = \frac{M}{R_a\,(h - a')} + \psi \cdot \frac{bh}{h - a'}$$

Valores de $\boxed{\psi = \dfrac{\alpha^2 \left(\dfrac{\alpha h}{3} - a'\right)}{2m\,(1 - \alpha)}}$ $m = 15$ para $m \neq 15$ multiplicar por $\dfrac{15}{m_c}$

O valor superior é o de α, e o inferior é o de ψ

$R'_b \downarrow$ \ $R_a \rightarrow$	1000	1100	1200	1300	1400
30	**0.310** 0,00464 (0.1033 h — a')	**0.290** 0.00394 (0.0966 h — a')	**0.273** 0,00342 (0.0910 h — a')	**0.257** 0,002958 (0,08566 h — a')	**0.243** 0,002598 (0.0810 h — a')
35	**0.347** 0,00529 (0.11566 h — a')	**0.323** 0,00514 (0.10766 h — a')	**0.304** 0,00443 (0.10133 h — a')	**0.288** 0,003882 (0.09600 h — a')	**0.273** 0,003419 (0,0910 h — a')
40	**0.375** 0,00748 (0.1250 h — a')	**0.353** 0,00644 (0.11766 h — a')	**0.333** 0,00553 (0.1110 h — a')	**0.316** 0,00486 (0.10533 h — a')	**0.300** 0,00428 (0.1000 h — a')
45	**0.403** 0,00908 (0,13433 h — a')	**0.380** 0,00776 (0.1266 h — a')	**0.360** 0,00674 (0.1200 h — a')	**0.342** 0,00592 (0.1140 h — a')	**0.325** 0,005215 (0.10833 h — a')
50	**0.429** 0.01078 (0.1430 h — a')	**0.405** 0,00918 (0.1350 h — a')	**0.385** 0,00804 (0.12833 h — a')	**0.366** 0,00704 (0.1220 h — a')	**0.349** 0,00624 (0.11633 h — a')
55	**0.452** 0.01242 (0.15066 h — a')	**0.429** 0,01078 (0.1430 h — a')	**0.407** 0,00930 (0.13566 h — a')	**0.388** 0,00819 (0.12933 h — a')	**0.371** 0,00729 (0.12366 h — a')
60	**0.474** 0,01420 (0.1580 h — a')	**0.450** 0,01225 (0.150 h — a')	**0.429** 0,01078 (0.1430 h — a')	**0.409** 0,00944 (0.13633 h — a')	**0.391** 0,00836 (0.13033 h — a')
65	**0.494** 0,01608 (0.16466 h — a')	**0.470** 0,01390 (0.1566 h — a')	**0.448** 0,01208 (0.14933 h — a')	**0.429** 0,01078 (0.1430 h — a')	**0.410** 0,00950 (0.1366 h — a')

Observações — Estes coeficicientes foram calculados à regua.

dividindo por bh^2 vem:

$$\frac{v'}{2h^2} + \frac{m\,A'_a\,(v' - a)}{bh^2} - \frac{m\,A_a\,(h - v')}{bh^2} = 0$$

Como

$$\lambda = \frac{A_a}{bh} \quad \text{e} \quad \lambda' = \frac{A'_a}{bh}$$

vem:

$$\frac{v'^2}{2h^2} + m\,\lambda\,\frac{(v' - a')}{h} = \lambda\,\frac{(h - v')}{h} \qquad \text{como } \alpha = \frac{v'}{h}$$

vem:

$$\frac{\alpha^2}{2} + m\,\lambda'\left(\alpha - \frac{a'}{h}\right) = m\,\lambda\left(1 - \alpha\right)$$

ou

$$\lambda' = \frac{2m\,\lambda\,(1 - \alpha) - \alpha^2}{2m\left(\alpha - \frac{a'}{h}\right)}$$

podemos dar-lhe a forma:

$$\frac{A'_a}{bh} = \frac{2m\,\frac{A_a}{bh}\left(1 - \alpha\right) - \alpha^2}{2m\left(\alpha - \frac{a'}{h}\right)}$$

ou

$$A'_a = \frac{2m\,A_a\,(1 - \alpha) - \alpha^2\,bh}{2m\left(\alpha - \frac{a'}{h}\right)} =$$

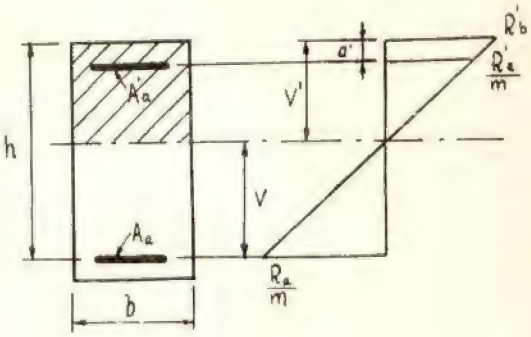
$$= A_a\,\frac{1 - \alpha}{\alpha - \frac{a'}{h}} - \frac{\alpha^2\,bh}{2m\left(\alpha - \frac{a'}{h}\right)}$$

$$A'_a = \frac{1}{\alpha - \frac{a'}{h}}\left[A_a\,(1 - \alpha) - \alpha^2\,\frac{bh}{2m}\right]$$

$$A'_a = \frac{1}{v' - a'}\left[A_a\,(h - v') - v'^2\,\frac{b}{2m}\right]$$

$$A'_a = A_a\,\frac{h - v'}{v' - a'} - \frac{b}{2m}\,\frac{v'^2}{v' - a'} =$$

$$= A_a\,\frac{\frac{h - v'}{v'}}{\frac{v' - a'}{v'}} - b\,\frac{\frac{v'}{v' - a'}}{v'}$$



do diagrama de fadigas a que a peça está sujeita, tiramos:

$$\frac{v'}{R'_b} = \frac{h - v'}{\frac{R_a}{m}} \quad \text{donde} \quad \frac{h - v'}{v'} = \frac{R_a}{m\,R'_b}$$

$$\frac{v'}{R'_b} = \frac{v' - a'}{\frac{R'_a}{m}} \quad \text{donde} \quad \frac{v' - a'}{v'} = \frac{R'_a}{m\,R'_b}$$

substituindo na expressão de A'_a, vem

$$A'_a = A_a\,\frac{\frac{R_a}{m\,R'_b}}{\frac{R'_a}{m\,R'_b}} - b\,\frac{v'}{\frac{R'_a}{m\,R'_b}}$$

simplificando vem:

$$\boxed{A'_a = A_a \cdot \frac{R_a}{R'_a} - b\,\frac{v'}{2} \cdot \frac{R'_b}{R'_a}} \quad \text{.... (2)}$$

q. e. d.

"NEYRPIC"

ATELIERS NEYRET-BEYLIER & PICCARD-PICTET

GRENOBLE

EQUIPAMENTOS DE QUEDAS DE ÁGUA

EQUIPAMENTOS DAS GRANDES BARRAGENS

LABORATÓRIO DE ENSAIOS HIDRÁULICOS

HIDRÁULICA AGRÍCOLA — REGA

Descarga de fundo da Barragem de Santa Luzia da Companhia Eléctrica das Beiras
Uma válvula — Borboleta de segurança de 2 metros de diâmetro
Uma válvula — Borboleta de descarga estanque de 1m,80 de diâmetro

SOCIEDADE PORTUGUESA

NEYRET-BEYLIER

& PICCARD-PICTET, L.DA

Avenida Duque de Loulé, 95 LISBOA Telefone 4 6889

AUTOMÁTICA ELÉCTRICA PORTUGUESA

S. A. R. L.

Séde — RUA ANTÓNIO MARIA CARDOSO, 60
Fábrica — RUA DO TELHAL AOS OLIVAIS } LISBOA

associada da

AUTOMATIC TELEPHONE & ELECTRIC Cº LTD.

LONDRES **LIVERPOOL**

Sistema de Telecomunicação e de Sinalização por correntes fracas

Aparelhagem telefónica automática «STROWGER» mundialmente conhecida — para grupos de redes completos ou centrais isoladas. ◆ Telefones de sistema manual e aparelhagem das respectivas estações. ◆ Sistema de transmissão telefónica por «alta frequência», simples ou múltiplos, e aparelhagem acessória. ◆ Cabos telefónicos e aparelhagem acessória — Interurbanos. Regionais e locais. ◆ Instalações de vigilância e contrôle a distância. ◆ Telefones e sinalização para minas. ◆ Aparelhos «ELECTROMATIC» reguladores de tráfego de veículos e outra aparelhagem.

Fornecedores: Da *Administração Geral dos Correios, Telégrafos e Telefones:* para a automatização do sistema telefónico do País.

Do *Ministério das Colónias:* para a automatização do sistema telefónico das cidades de Luanda, Lourenço Marques, e Beira.

Da *Companhia dos Telefones:* para a rede telefónica das cidades de Lisboa e Porto.

ÁBACO PARA DOSEAMENTO DE BETÕES

PELO ENG.º CIVIL (I. S. T.) SIDÓNIO BRAZÃO FARINHA

C. D. 624.012.3

A indicação das quantidades de cada um dos materiais que entram num metro cúbico de betão, pode ser feita de duas maneiras: pelas relacções dos pesos de areia e brita ou burgau que entram para 1 cimento, e relação A/C ou C/A dos pesos de cimento e água que entram num certo volume de betão; ou pelo peso de cimento que entra num metro cúbico, pelo volume de materiais inertes, e ainda pela relação A/C ou C/A.

Assim, por exemplo, um betão de 250 kg de cimento por m^3 de betão e relações em peso 1:2,30:6,05 A/C = 0,55, tem por metro cúbico 250 kg de cimento, 575 kg de areia, 1510 kg de pedra e 138 kg de água. No segundo caso indicaremos, por exemplo, um betão de 300 kg de cimento, 400 litros de areia, 800 litros de pedra e 140 litros de água.

O processo da medição dos materiais inertes em peso só se segue em grandes obras, porque são caras as instalações para pesagem dos materiais, preferindo-se por isso, geralmente, fazer a medição do material inerte em volume, e fazendo-se a do cimento em peso porque vem embalado em sacos de peso conhecido. Geralmente a dosagem é tal que a uma amassadura corresponde um número inteiro de sacos.

Um metro cúbico de material inerte não é uma quantidade definida porque o seu peso especifico aparente varia com a composição granulométrica, humidade, etc. podendo, para uma mesma composição volumétrica, obter-se betões de qualidade muito variável. Pelo contrário, uma tonelada do material inerte é uma quantidade bem definida, e para ser precisa basta que se indique o grau de humidade.

Por isso, quando se pretende dosear o betão em volume, a determinação das quantidades deve fazer-se «in loco», a partir da dosagem em peso prèviamente estabelecida para o caso de materiais secos, e dos pesos específicos aparentes determinados nas condições de aplicação.

Vamos em seguida estabelecer um ábaco para doseamento do betão, em peso:

Sejam C, M e A respectivamente os pesos de cimento, materiais inertes e água que entram num metro cúbico de betão. Será

$$M = a + b$$

sendo *a* e *b* respectivamente os pesos de areia e brita que entram nesse metro cúbico de betão.

Representando por Δ a densidade do betão fresco, e se suposermos, como na realidade acontece, muito aproximadamente [1], que a água preenche por completo os vasios da mistura cimento + materiais inertes, será

$$\Delta = \frac{C + M + A}{1000}$$

Uma vez conhecida a densidade efectiva Δ_e do betão, por determinação directa, ficamos conhecendo a percentagem de vasios

$$\left(1 - \frac{\Delta_e}{\Delta}\right) \times 100$$

Sendo geralmente 3,10 a densidade absoluta do cimento, 2,65 a da mistura areia + + pedra, e 1,00 a da água, temos

$$\frac{C}{3,10} + \frac{M}{2,65} + A = 1000$$

donde

$$0,53\,C + 0,62\,M + 1,643\,A = 1643$$

Esta relacção permite construir um ábaco de pontos alinhados (figura 1).

---

[1] Em ensaios realizados, obtivemos erros inferiores a 3%.

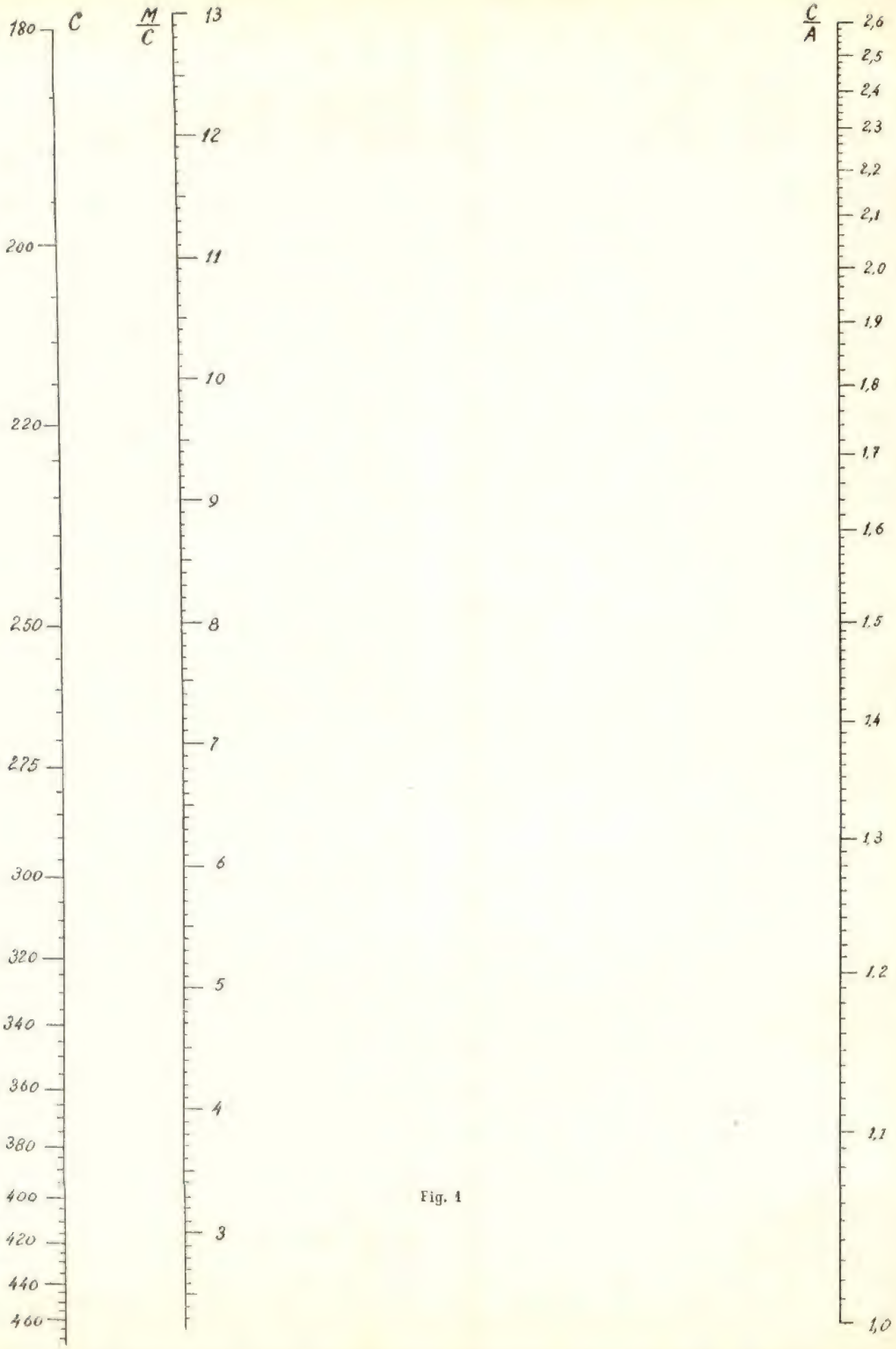

C
180
200
220
250
275
300
320
340
360
380
400
420
440
460
M/C
13
12
11
10
9
8
7
6
5
4
3
C/A
2,6
2,5
2,4
2,3
2,2
2,1
2,0
1,9
1,8
1,7
1,6
1,5
1,4
1,3
1,2
1,1
1,0

Fig. 1

Conhecida a quantidade de materiais inertes que entra para 1 de cimento (escala média do ábaco), para determinação da relacção 1 : a : b há que conhecer a relacção entre *a* e *b*, a qual se determina por ensaios, ou a partir duma curva teórica de granulometria.

O problema do doseamento dum betão fica portanto resolvido conhecendo a dosagem C de cimento por metro cúbico de betão, a quantidade A de água necessária, e a relacção b/a dos pesos da brita e areia que entram num certo volume de betão.

O valor da C é fixado, em virtude da experiência obtida com obras já realizadas, ou em face das resistências que se pretende obter. Em qualquer caso C é sempre um número conhecido e aquele que, na prática, define o betão (1).

A quantidade de água A depende da granulometria dos materiais inertes, da dosagem de cimento, e é a necessária para se obter a fluidez que se pretende. Como ordem de grandeza, podemos dizer que são necessários 140 a 160 litros de água para se obter 1 m³ de betão plástico, e 200 a 220 para obter um betão fluido; o seu valor é definitivamente fixado por ensaios de amassadura. Podemos também recorrer a fórmulas empíricas para fixar o valor inicial de A (2).

A relação b/a depende da dimensão máxima dos inertes, da natureza e granulometria destes, e da plasticidade do betão. O seu valor deve ser tal que não haja pedra a mais (pois a mistura não seria «trabalhavel») nem areia a mais (o que exigiria mais água de amassadura, e portanto implicaria uma diminuição de resistência do betão). Pode partir-se do valor dado por uma curva teórica de granulometria, procedendo-se depois à correcção por ensaios de armadura.

Para determinação do valor de b/a o «Concrete Manual» apresenta o gráfico da figura 2, em função do módulo de finura da areia quando analisado com malhas Tyler, e da dimensão máxima D dos materiais inertes em polegadas.

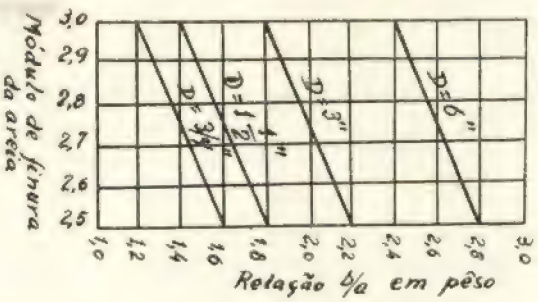


Fig. 2

Exemplo I — Quais os pesos dos materiais inertes necessários para obter 1 m³ de betão de 180 kg de cimento e A/C = 0,80, sendo o módulo de finura da areia 2,70. A pedra é brita de quartrite, de dimensão máxima 150 mm.

Adoptando o critério do «Concrete Manual» conclui-se que b/a = 2,70, porém vamos supor que se resolveu tomar b/a = 2,5 depois de se ter feito uma amassadura de ensaio.

Unindo os pontos, nas escalas extremas do ábaco, representativos de C = 180 e $\frac{C}{A} = \frac{1}{0,80} = 1,25$, vê-se, na escala média, que a quantidade de materiais inertes que entra para 1 de cimento é 11,73, donde

$$\begin{cases} b + a = 11,73 \\ \frac{b}{a} = 2,5 \end{cases} \qquad \begin{cases} a = \frac{11,73}{1 + 2,5} = 3,34 \\ b = 2,5 \times 3,34 = 8,39 \end{cases}$$

donde se conclui que a relação em peso dos materiais é 1 : 3,34 : 8,39 e portanto por m³ de betão entrarão

180 kg de cimento
602 » » areia
1.511 » » pedra
144 » » água

A = 2.437 kg/m³.

(1) Por ex: Betões de enchimento 150—180; barragens de gravidade 150—220; betão armado 300 etc..

(2) Ver J. Faury «Le Béton», pág. 65 e seg·—Ed. Dunod 1944.

Exemplo II — Quais as quantidades de materiais que deverão entrar num metro cúbico de betão plástico de 350 kg de cimento por m^3 de betão, e materiais inertes rolados de dimensão máxima $D = 15$ mm, adoptando a curva de Bolomey com $\alpha = 10$. Pretendemos utilizar um cimento para o qual $K_{28} = 250$ kg/cm², e obter uma resistência de 335 kg/cm² aos 28 dias. Chamamos areia ao material inerte de dimensão entre 0 e 6 mm.

Como é sabido, segundo Bolomey, a resistência provavel de um betão é dada, com erro inferior a 20 % por $R = K\left(\frac{C}{A} - 0{,}50\right)$ em que K é uma característica do cimento empregado, dependendo do tempo de endurecimento e da maneira como se faz a conservação dos provetes [1].

Portanto

$$\frac{C}{A} = \frac{R + 0{,}5K}{K} = \frac{335 + 0{,}5 \times 250}{250} = 1{,}84$$

$$A = \frac{350}{1{,}84} = 190 \text{ Kg}$$

Unindo por uma recta os pontos correspondentes das duas escalas extremas do ábaco (fig. 1) tira-se

$$\frac{M}{C} = 5{,}28 \text{ ou } M = 5{,}28 \times 350 = 1850$$

Segundo Bolomey, a curva granulométrica da mistura cimento + materiais inertes deve aproximar-se da parábola do 2.° grau

$$p = \alpha + (100 - \alpha)\sqrt{\frac{d}{D}}$$

sendo α um coeficiente variável em a consistência ou plasticidade do betão, e com a forma e rugosidade dos grãos inertes.

[1] Bulletin Technique de la Suisse Romande, 22 de Jáneiro de 1944.

Esta equação pode escrever-se

$$p = \alpha + \frac{100 - \alpha}{\sqrt{D}}\sqrt{d}$$

por onde se vê que no plano $(\sqrt{d}, p)$ a equação é representada por uma recta, que une o ponto de abcissa *O* e ordenada α como ponto $p = 100$ da vertical de $\sqrt{D}$.

Para o caso de ser $\alpha = 10$ e $D = 15$ mm a curva de Bolomey é a que se representa na figura 3. A ordenada correspondente a $d = 6$ mm é $p = 68$, isto é, à pedra corresponde 32 % do peso total de materiais inertes e cimento, e à areia e cimento correspondem 64 %. Teremos

$$\begin{cases} C + a = 0{,}68\,(M + C) \\ b = 0{,}32\,(M + C) \end{cases}$$

$$\begin{cases} a = 0{,}68\,(1850 + 350) - 350 = 1150 \\ b = 0{,}32\,(1850 + 350) = 700 \end{cases}$$

Por metro cúbico de betão entram:

350 kg de cimento

1150 kg de areia

700 kg de pedra

190 kg de água

$\Delta = 2390$ kg/m³.

Exemplo III — Estabelecer doseamento em volume do betão de 300 kg de cimento e 160 litros de água por m^3, empregando areia e pedra cujas densidades aparentes, nas condições de aplicação, são $\delta_b = 1{,}7$ $\delta_a = 1{,}4$, empregando uma relação em peso $b/a = 2{,}3$.

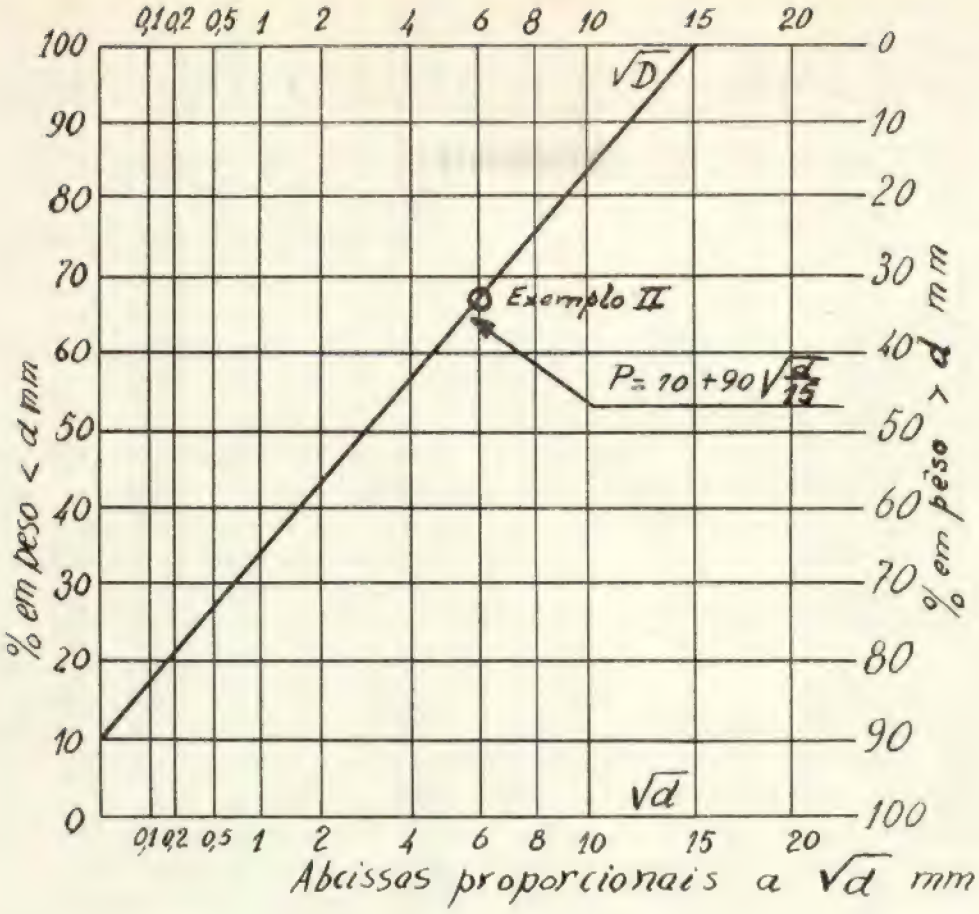


Fig. 3

Temos $C = 300$, $\frac{C}{A} = \frac{300}{160} = 1{,}875$ e o ábaco dá $\frac{M}{C} = 6{,}57$. Portanto

$$a = \frac{6{,}57}{1 + 2{,}3} = 1{,}99$$

$$b = 2{,}3 \times 1{,}99 = 4{,}58$$

As relações dos materiais em peso são:

$$1 : 1{,}99 : 4{,}58 : 0{,}53$$

Por m³ de betão entram:

Dosagem em peso	Dosagem em volume
300 kg de cimento	300 kg de cimento
597 kg de areia	425 l de areia
1374 kg de brita	810 l de brita
160 kg de água	160 l de água
$\Delta = 2431$ kg/m³	

REACTIVIDADE DO CARVÃO DE MADEIRA

IDEIAS GERAIS — PRIMEIROS ENSAIOS

POR VERGÍLIO RUI TEIXEIRA LOPO

Assistente do I. S. T.

(Continuação)

C. D. 662.6

III — Método experimental

Todos os ensaios feitos sobre reactividade se podem englobar em duas categorias:

— laboratoriais
— semi-industriais.

Os primeiros, ou se baseiam na medição da perda de peso do combustível aquecido em corrente de anidrido carbónico, ou mais geralmente, na medição e dosagem do volume de gás desenvolvido. Os segundos, realizam-se em aparelhos semelhantes aos de utilização prática e baseiam-se no facto de a zona oxidante em que se realiza principalmente a reacção

$$C + O_2 \rightarrow CO_2$$

ser tanto menor quanto mais combustível for o carvão utilizado; e a zona redutora em que se passa a reacção

$$C + CO_2 \rightleftarrows {}_2CO$$

ser tanto mais reduzida quanto mais carboxireactivo for.

Assim, por análises efectuadas a diversas alturas do carvão, num gasogénio de ensaio, pode seguir-se o desaparecimento do oxigénio, a formação e desaparecimento do anidrido carbónico, a formação de óxido de carbono, em função da distância à grelha, avaliando-se separadamente a carboxi e a oxireactividade do carvão.

Pareceu-nos dever ser escolhido, para início de estudo, um método que permitisse medir a reactividade por análise dos gases, já porque a determinação da percentagem de anidrido carbónico desaparecido pode constituir, por si só, uma medida de reactividade, já porque directamente se pode obter a constante de velocidade na expressão $K = \frac{1}{t} \log \frac{[co_2]_0}{[co_2]t}$, já ainda porque é susceptível de maior rigor e facilidade de determinação.

De um modo geral, nestes métodos, faz-se passar um volume conhecido de anidrido carbónico durante um dado tempo, através do combustível levado à temperatura Θ e analisam-se os gases resultantes. E, a maior parte dos ensaios feitos segundo este princípio, não diferem entre si senão pela temperatura, processo de eliminação das matérias voláteis, duração de contacto, processo de análise, etc.

Adoptámos, com algumas modificações, o método de Davis e Reynolds, modificado já por Jones, King e Sinatt e utilizado pelo Fuel Research-Department of Scientific and Industrial Research na sua primitiva forma, para o coque.

Tivemos, porém, que modificar algumas das condições experimentais e adoptámos, nesta primeira fase a temperatura de 850°. Dado que o carvão de madeira tem uma reactividade sensìvelmente maior, de um modo geral, que o coque, não tinha interesse determinar, como para este, a reactividade a 900-950° (temperaturas aproximadas de fabrico dos coques de altas temperaturas).

A estas temperaturas, os valores obtidos, por demasiadamente próximos, não eram susceptíveis de comparação como verificámos em ensaios prévios, o que corresponde, no equilíbrio, à inflexão da curva da per-

centagem de anidrido carbónico em função da temperatura. Além disso, a temperatura de 850° está dentro da zona de redução dos gasogénios de gás de água e de gás mixto.

Ensaiamos a 800, 850, 900, 950°, um coque e um carvão de madeira, já para verificar concordância de resultados, já para ter uma primeira ordem de grandeza das presumíveis diferenças de reactividade com a temperatura. No quadro seguinte comparamos os resultados com os dos ensaios de Bodmer e com os de Arend e Wagner para diversos carvões, cujas características, para este efeito, nos não interessam.

recido tem com a temperatura, e que estes valores variam duma maneira gradual, quer para o coque quer para o carvão de madeira.

Estas determinações serviram-nos, aliás, para a adaptação e verificação do dispositivo.

Procurámos determinar, nestes primeiros ensaios, reactividades iniciais — isto é, reactividades, não ultrapassando os carvões a temperatura de reacção, o que lhes modifica a estrutura, e sem passagem de gás inerte além de um tempo determinado para desgasificação.

QUADRO I

Temperatura	Combustível	NOSSOS ENSAIOS						Equilíbrio de Boudouard (grau de dissociação)	Ensaios de Arend e Wagner CO_2 que reagiu °/o	Ensaios de Bodmer CO_2 que reagiu °/o
		Ensaios	Volume de gás cm³	CO_2 °/o	CO_2 total	CO_2 que reagiu °/o	Volume teor.te liberto			
800°	Coque	1) 2)	138 152	46 42,2	63,5 63,8	36,5 36,2	137 136	84	11	11
	Carvão de madeira	3)	158	39,0	47,4	52,6	153		31	24
850°	Coque	4)	158	36,2	57,2	42,8	143	89	33	16
	Carvão de madeira	5) 6)	180 182	18,5 18,1	33,3 32,9	66,7 67,4	167 167		54	38
900°	Coque	7)	170	19,8	33,7	66,3	166	94	54	21
	Carvão de madeira	8)	186	9,1	16,9	83,1	183		67	60
950°	Coque	9)	180	12,0	21,6	78,4	178	98	74	29
	Carvão de madeira	10)	188	5,1	9,6	90,4	190		82	74

Notemos que as comparações com os ensaios de Bodmer e de Arend, que incidiram sobre carvões e coques cujas características são absolutamente diferentes, apenas têm por fim verificar a variação mais ou menos paralela que, dum modo geral, a percentagem de anidrido carbónico desapa-

Como tempo de duração de ensaio, usámos vinte minutos com o débito de 5 ml/minuto, tempo usado nos métodos para o coque, talvez susceptível de, em futuros ensaios, ser diminuído, dado que os tempos de contacto gás-combustível nos aparelhos de utilização, são possìvelmente, menores.

De facto, segundo Clements, no alto forno a duração do contacto será de 0,10 s e de 0,20 s segundo Broche e Nedelman; num gasogénio fixo 0,35 s segundo Gevers Osban e de 0,035 s num gasogénio de automóvel.

Para calcular aproximadamente a duração de contacto no nosso ensaio, podemos admitir que os gases ocupam $^1/_4$ do volume do combustível ($\simeq$ 10,5 ml) e sendo

$$D = 5 \text{ ml/min} = \frac{1}{12} \text{ ml/s}$$

o débito a 0° e 760 mm, será

$$D' = \frac{1}{12} \times 4{,}2$$

e a duração do contacto será

$$Dt = \frac{10{,}5}{4 \times \frac{1}{12} \times 4{,}2 \times 1{,}6} = 4{,}5 \text{ s}$$

tendo em conta o acréscimo de débito devido à transformação de anidrido carbónico em óxido de carbono (1,6).

Um cálculo idêntico para um gasogénio alimentado a coque, com uma intensidade de gaseificação de 80 kg/h/m² de superfície de grelha, produzindo 5,5 m³ de gás por quilo de combustível, dá, admitindo 0,8 m de espessura de camada

$$\frac{0{,}8}{\frac{80 \times 5{,}5}{3600} \times 4 \times \frac{1073}{273}} = 0{,}37$$

o que confirma a opinião de Gevers e mostra a diferença entre o tempo experimental e o tempo real.

Mantivemos, porém, este valor que nos dá valores mais aproximados do equilíbrio e portanto mais susceptíveis de comparação, mas que, se nos facilita por um lado a experiência, nos dificulta por outro a constância do débito e permite maior desenvolvimento de matérias voláteis.

Notaremos desde já, que, para débitos de 50 ml/minuto (da ordem de grandeza dos usados por Oshima e Fukuda) nos aproximamos muito das condições práticas dos gasogénios, sendo este valor a ter em conta em futuros trabalhos.

Usámos a granulometria do ensaio do Fuel Research para o coque-grânulos passando pelo peneiro de 10 e retidos pelos de 20 malhas I. M. M. (1,2 a 2,4 mm).

Como tubo de reacção usou-se um tubo de sílica fundida tal que o espaço morto a ser varrido ao começar o ensaio fosse tão pequeno quanto possível e com uma ampola de tamanho suficiente para conter a amostra de carvão, terminando por um tubo capilar de paredes grossas, tal que permita um arrefecimento brusco dos gases do equilíbrio

$$CO_2 + C \underset{2}{\overset{1}{\rightleftharpoons}} 2\,CO \mp Q$$

de modo a que à temperatura ordinária tenhamos o gás com a mesma composição que à temperatura de reacção; isto é, impedindo a possibilidade de deslocamento do

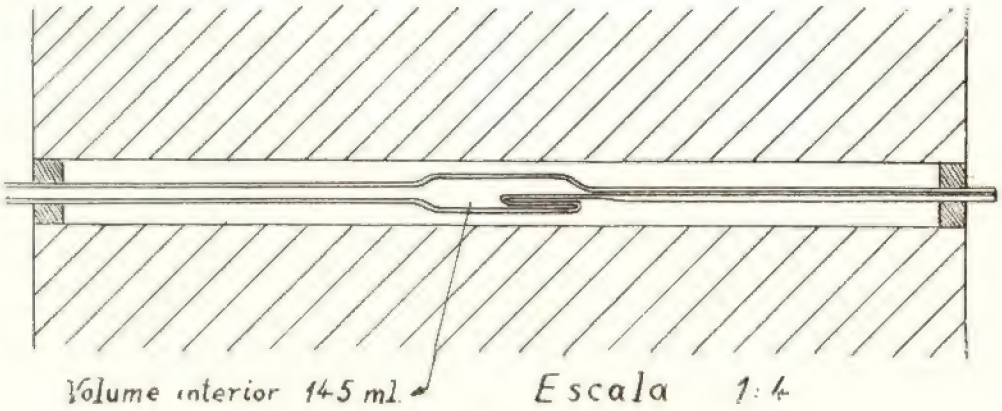


Fig. 1

equilíbrio acima no sentido 2 pelo abaixamento de temperatura.

Uma concavidade de paredes estreitas para o par termo-eléctrico, favorece a leitura, com maior precisão, da temperatura.

Trabalhou-se por facilidade experimental e por ser de certo modo mais comparável à prática, à pressão atmosférica (uma pressão baixa favorece a formação de óxido de carbono). Mas nada, pràticamente, se sabendo sobre a influência da pressão na carboxireactividade, há que, em futuros ensaios, trabalhar com misturas de anidrido carbónico e azoto com cerca de 20 % de anidrido carbónico, por exemplo.

O dispositivo empregado é o da figura e consta essencialmente do seguinte:

O anidrido carbónico [1] produzido (1) é lavado prèviamente com carbonato de sódio (2) e ácido sulfúrico (3) e finalmente recolhido numa proveta (4) graduada, com 200 ml de capacidade, com duas partes separadas por um estrangulamento e envolvida por uma camisa de água.

Por um sistema de vasos comunicantes, munidos de uma bomba que permite a circulação da solução saturada de cloreto de sódio, o gás é expelido, depois de medido, e é seco primeiro em cloreto de cálcio (5) e depois em anidrido fosfórico (6). Entra no tubo de reacção (7) que um forno eléctrico eleva a 850°, medindo-se a temperatura com um par termoeléctrico (8) e é recolhido numa proveta (9) de 200 ml de capacidade onde é medido. Um sistema simples de análise de gases permite a dosagem do anidrido carbónico por absorpção em potassa.

Paralelamente ao sistema produtor do anidrido carbónico, existe um sistema fornecedor de azoto. Este gás é proveniente de uma garrafa e sofre uma lavagem, primeiro em ácido sulfúrico (18), depois em piragalhol alcalino (17) e de novo em em sulfúrico (16 e 15); entra num forno aquecido a 500° (14) onde, com óxido de cobre, se eliminam os últimos vestígios de oxigénio, depois do que é lavado em carbonato de sódio (12) e ácido sulfúrico (13), seco com cloreto de cálcio (10 e 5) e, finalmente, pela torneira de três vias que bifurca os sistemas produtores de azoto e de anidrido carbónico, lançado no tubo de reacção, depois de seco em anidrido fosfórico (29), e expelido para a atmosfera.

Provocámos o movimento dos líquidos com solução saturada de cloreto de sódio, embora seja por vezes usada a de cloreto de magnésio, preparada com 167 g de sal cristalizado com seis moléculas de água em 100 cm^3 de água.

O combustível é levado a 850° numa corrente de azoto, que depois de atingida esta temperatura continua a atravessá-lo durante uma hora, para conseguir uma eliminação conveniente das matérias voláteis. Em seguida substitui-se a corrente de azoto por uma corrente de anidrido carbónico, utilizando 100 dos 200 cm^3 contidos na proveta.

Fizemos, por nos parecer mais expedito e conseguir o mesmo efeito (eliminação do azoto, estabelecimento da reacção e medição rigorosa dos restantes 100 cm^3), esta passagem de anidrido carbónico com grande débito até gastar 80 cm^3 e com a velocidade de 5 ml/minuto para os 20 cm^3 restantes.

Mantendo a temperatura rigorosamente constante (o que se consegue em geral pondo a chave do reóstato nas posições 2 ou 3) procedemos ao ensaio, rodando a torneira de saída do tubo-laboratório, até agora aberto para a atmosfera, para o tubo de absorpção do gás (9) e regulando o débito (5 ml/minuto) com a torneira inferior da proveta (4).

O gás recolhido é depois analisado por absorpção em potassa cáustica, que nos dá a percentagem de anidrido carbónico existente no gás e nos permite, por diferença, saber a percentagem de anidrido carbónico que reagiu.

Este valor pode dar-nos uma medida da reactividade, se bem que definida como uma velocidade, seja preferível exprimi-la ou por

$$\log \frac{[CO_2]_0}{[CO_2]t}$$

[1] Produzimos o anidrido carbónico num aparelho de Keep, com ácido clorídrico puro e pedaços escolhidos de mármore, aquecidos durante bastante tempo com água. Obtivemos gás com a pureza suficiente, o que com uma garrafa e manodetentor não conseguimos, decerto, por imperfeição deste. Foi aliás aquele o processo pelo qual no Fuel Research o prepararam Jones e King.

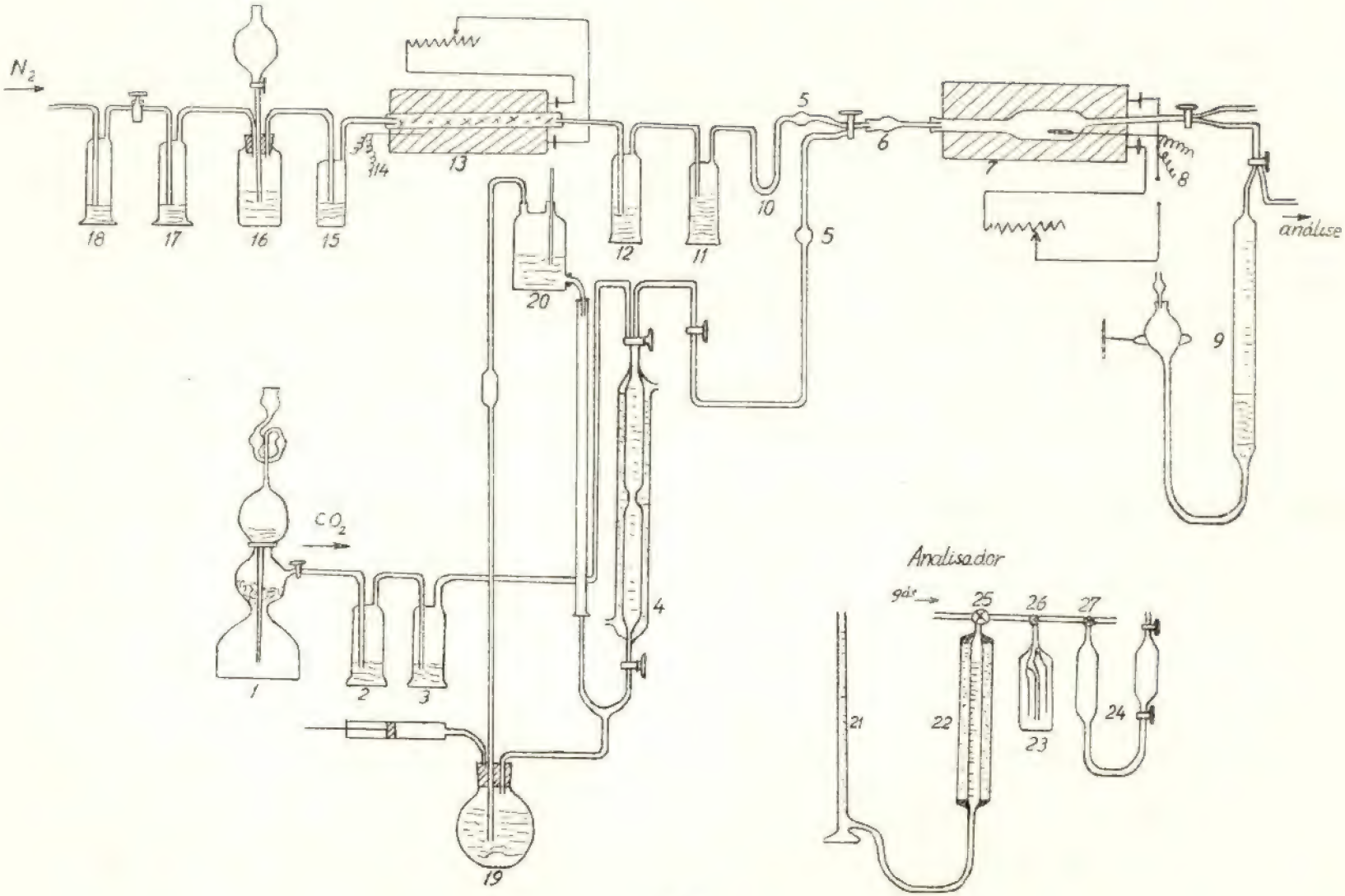
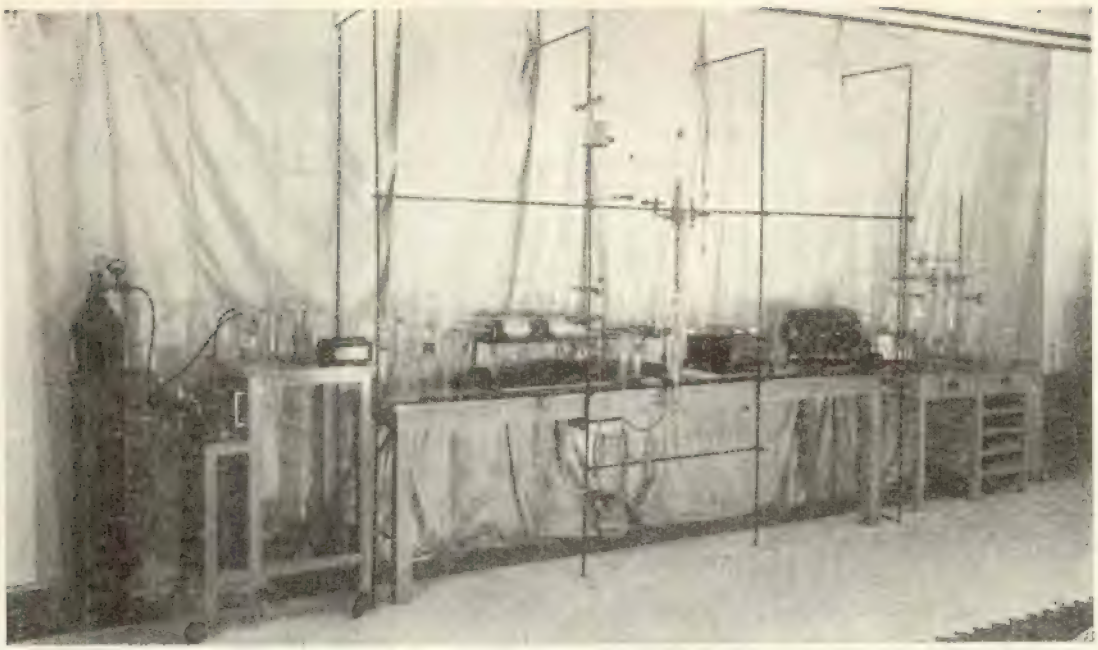

N_2
CO_2
análise
Analisador
gás
1
2
3
4
5
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20
21
22
23
24
25
26
27

Fig. 2



Dispositivo para a determinação da reactividade do carvão de madeira

em que $[co_2]_0$ e $[co_2]t$ representam os teores do gás resultante em anidrido carbónico nos tempos 0 e t (antes e após a passagem através do carvão) sendo t a duração de contacto, ou por

$$\log \frac{100 + R}{100 - R}$$

em que R exprime a percentagem de anidrido carbónico transformado.

Estes valores, sendo proporcionais ao coeficiente de velocidade

$$K = \frac{1}{t} \log \frac{[co_2]_0}{[co_2]t}$$

tornam, como diz H. Guérin, a reactividade uma grandeza mensurável.

Como ordem de grandeza podemos indicar como duração de um ensaio 2 h 10 m, repartidas, duma maneira, como é de ver, aproximada, assim :

1) Aquecimento do forno e preparação do ensaio	≈ 30 min
2) Eliminação das matérias voláteis por passagem de azoto (com simultânea medição do co_2, etc.)	≈ 60 min
3) Passagem dos primeiros 100 cm^3 de co_2	≈ 10 min
4) Ensaio prop.^{te} dito	≈ 20 min
5) Dosagem	≈ 10 min
	≈ 130 min — 2 h 10 min

Como cuidado especial a ter, há o de não permitir a condensação de alcatrões residuais do carvão na saída capilar do tubo de reacção, o que nem sempre é fácil mas se consegue com um aquecimento local.

O frasco nivelador do tubo de recolha dos produtos de reacção deve descer gradualmente de modo e manter a pressão atmosférica no tubo de reacção.

IV — Primeiros ensaios sobre carvões nacionais

Uma vez estabelecida a concordância dos resultados de um coque e um carvão utilizados exclusivamente para ensaio do dispositivo às várias temperaturas (Quadro I), procedemos a uma determinação sistematizada da reactividade de alguns carvões portugueses, cujas amostras foi possível obter no I. P. C. Estes carvões foram obtidos por destilação de madeiras na retorta de Weindel, a temperaturas extremas da ordem dos 350 a 450 ° C; a serradura foi analisada sumáriamente, e do carvão determinaram-se a humidade, cinzas, matérias voláteis, carbono fixo, hidrogénio, densidades aparente e real, alcatrão potencial, poder calorífico e pontos de inflamação em corrente de oxigénio (6 l/h) e de ar (13 l/h).

Apresentamos para cada um dos dez carvões cujo estudo fizemos, os resultados de dois ensaios, em regra os únicos feitos, dado que a concordância, depois de adaptado o dispositivo, não foi difícil [1]. O volume total obtido, não é, como se compreende fàcilmente, apenas constituído pelo anidrido carbónico remanescente e pelo óxido de carbono formado à custa do anidrido carbónico primitivo.

Salientámos já a dificuldade de eliminação total de matérias voláteis (no volume não absorvido pela potassa pode chegar a existir apenas 93 % de óxido de carbono proveniente da reacção) mas nas conclusões tiradas do quadro, notaremos que a impossibilidade de desgasificação total não evita a concordância dos valores e portanto a determinação da reactividade como a definimos, com precisão satisfatória (desvios inferiores a 2 % se definirmos a reactividade pela percentagem de anidrido carbónico desaparecido).

Indicamos o volume teóricamente libertado e verificámos que embora raras vezes ultrapassando em 10 % o volume teórico, a desgasificação é bastante imperfeita e variável. Isso se deve atribuir não só à natureza do carvão como à possível irregularidade de passagem do azoto que não foi fácilmente controlável. De qualquer modo, porém, e, como era de prever, a desgasificação do carvão vegetal é mais difícil que a do coque e a este facto voltaremos adiante ao analisarmos a influência das matérias voláteis na reactividade.

Exprimimos a percentagem de anidrido carbónico que reagiu, até os décimos, porque a própria natureza dos instrumentos de medida nos não permite ir mais longe, o que se verifica num cálculo muito simples, notando que as leituras do volume inicial de anidrido carbónico (100 cm³) e do volume produzido (entre 160 e 190) se podem fazer apenas a 0,1 cm³ e que a dosagem do gás só deve ser expressa até os décimos.

O quadro é o que se apresenta na página seguinte.

Num segundo quadro pusemos a confronto os valores da reactividade com as características determinadas para a madeira destilada e para o carvão obtido. Exprimimos, porém nele a reactividade a par da percentagem de anidrido carbónico desaparecido pelo valor de

$$\log \frac{[CO_2]_o}{[CO_2]_t}.$$

Observamos que tomámos para valor de $[CO_2]_t$ o valor da percentagem do anidrido carbónico residual no volume teòricamente libertado e não no volume real. Pareceu-nos mais lógico, embora talvez discutível. No entanto, as diferenças encontradas são desprezíveis (raras vezes desvios superiores a 0,5).

Exprimimos esses valores (funções de t) com três casas decimais, como fàcilmente se verifica notando que

$$\varepsilon_R = \frac{1}{R}\left[\varepsilon_{[CO_2]_o} + \varepsilon_{[CO_2]_t}\right]$$

em que os $\varepsilon\varepsilon$ representam erros relativos.

Para um valor médio de $R = 2$, medindo como medimos $[CO_2]_o = 100{,}0$ e $[CO_2]_t$ com o erro absoluto de 0,1 cm³ e sendo da ordem de 25 cm³

$$\varepsilon_{[CO_2]} = \frac{0{,}1}{100} \qquad \varepsilon_{[CO_2]_t} = \frac{0{,}1}{25}$$

e portanto

$$\varepsilon_R = 0{,}0025$$

donde o erro absoluto

$$e_R = 0{,}005$$

V — Primeiras conclusões

Da observação dos quadros verificamos imediatamente o seguinte (a que não pode-

[1] Não podemos deixar de acentuar porém, que a estabilização do dispositivo, isto é, o seu funcionamento normal foi bastante difícil de conseguir. A dificuldade de obtenção de tubos de reacção em Inglaterra que tiveram que substituir os primeiros adquiridos, deficientemente construídos; da obtenção de anidrido carbónico puro pela irregularidade do funcionamento das garrafas; da adaptação e vedação perfeita de um dispositivo grande como é, etc., aliou-se o facto de ser relativamente curto o período de trabalho.

QUADRO II

Amostra	Tipo de carvão	Ensaio	Volume obtido	CO_2 %	Volume de CO_2 no volume total	CO_2 % que reagiu	Desvio	Valor médio	Volume que teòr.te se devia libertar
4	Pinho bravo não resinado (Mata Nacional do Valado)	1	185	13,5	25,0	75,0	1,5	74,3	175,0
		2	183	14,5	26,5	73,5			173,5
5	Pinho bravo não resinado (Mata Nacional do Valado)	3	168	22,8	38,3	61,7	0,8	62,1	161,7
		4	168	22,6	37,5	62,5			162,5
6	Pinho bravo não resinado (Mata Nacional do Valado)	5	194	6,0	11,6	88,4	0,6	88,7	188,4
		6	190	5.8	11,0	89,0			189,0
7	Pinho bravo não resinado (Mata Nacional do Valado)	7	176	15,0	26,4	73,6	1,3	74,3	173,6
		8	174	14,4	25,1	74,9			174,9
10	Sobro	9	210	10,9	22,9	77,1	2,7	78,5	177,1
		10	180	11,2	20,2	79,8			179,8
11	Sobro	11	203	8,8	17,9	82,1	0,1	82,1	182,1
		12	190	9,5	18,1	82,0			182,0
12	Sobro	13	194	8,2	15,9	84,1	1,6	83,3	184,1
		14	182	9,6	17,5	82,5			182,5
14	Eucalipto	15	171	18,5	31,6	68,4	1,2	67,8	168,4
		16	181	18,1	32,8	67,2			167,2
15	Eucalipto	17	182	12,5	22,8	77,2	1,6	78,1	177,3
		18	180	11,8	21,2	78,8			178,8
17	Eucalipto	19	171	16,8	28,7	71,3	1,1	71,8	171
		20	168	16,4	27,6	72.4			172

mos, como é obvio, dar uma generalização demasiada):

— A reactividade do carvão de madeira a 850° é grande e variará presumìvelmente entre 60 % e 89 % de anidrido carbónico desaparecido $\left(\text{isto é entre } \frac{1,385}{t} \text{ e } \frac{2,940}{t}\right)$. Quer dizer, os carvões de madeira muito reactivos, chegam a atingir valores próximos dos do equilíbrio de Boudouard, em que a percentagem de óxido de carbono a 850° é

QUADRO III

AMOSTRA	4	5	6	7	10	11	12	14	15	17
	Pinho bravo não resinado (Mata Nacional do Valado	Pinho bravo não resinado (Mata Nacional do Valado	Pinho bravo não resinado (Mata Nacional do Valado	Pinho bravo não resinado (Mata Nacional do Valado	Sobro	Sobro	Sobro	Eucalipto	Eucalipto	Eucalipto
Reactividade CO_2 %	74,3	62,1	88,7	74,3	78,5	82,1	83,3	67,8	78,1	71,8
$R = \frac{1}{t} \log \frac{[CO_2]_0}{[CO_2]_t}$	$\frac{1,915}{t}$	$\frac{1,459}{t}$	$\frac{2,810}{t}$	$\frac{1,915}{t}$	$\frac{2,118}{t}$	$\frac{2,320}{t}$	$\frac{2,394}{t}$	$\frac{1,648}{t}$	$\frac{2,093}{t}$	$\frac{1,782}{t}$
Características										
Destilação da madeira:										
Tempo total de aquecim.to	6 h	4 h 15 min	10 h	10 h	6 h	10 h	6 h	6 h	6 h	10 h
Temperatura máxima . .	402°	351°	450°	450°	400°	400°	450°	350°	400°	350°
Análise da serradura:										
Humidade	12,75 %	12,75 %	12,75	12,75	17,03	17,03	17,03	14,06	14,06	14,06
Cinzas	0,28	0,28	0,28	0,28	1,18	1,18	1,18	0,28	0,28	0,28
Matérias voláteis	74,18	74,18	74,18	74,18	67,53	67,53	67,53	73,96	73,96	73,96
Carbono fixo	12,79	12,79	12,79	12,79	14,26	14,26	14,26	11,70	11,70	11,70
	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
Solubilidade no éter . . .	1,70 %	1,70 %	1,70 %	1,70 %	0,25 %	0,25 %	0,25 %	0,19 %	0,19 %	0,10 %
Resultados da destilação:										
Destilados líquidos . . .	60,5 %	58,5 %	55,5 %	52,2 %	58,20 %	56,47 %	55,95	52,60	53,05	51,7
Carvão.	24,2	27,4	26,5	28,2	25,70	26,75	25,91	33,20	30,63	33,5
Gás e perdas	15,3	14,1	18,0	19,6	16,10	16,78	18,14	14,20	16,32	14,8
	100,0	100,0	100,0	100,0	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,0
Análise do carvão:										
Humidade	4,78 %	4,31 %	3,34	3,72	7,02	6,46	6,42	5,86	6,27	5,64
Cinzas	0,80	0,70	0,92	0,85	4,56	3,95	5,36	0,99	0,94	0,93
Matérias voláteis	18,68	25,88	11,22	15,67	16,09	14,57	13,88	26,77	23,44	24,85
Carbono fixo	75,74	69,11	84,52	79,76	72,33	75,02	74,34	66,45	69,35	68,58
	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
Densidade aparente . . .	0,40	0,39	0,400	0,394	0,503	0,485	0,433	0,528	0,444	0,591
Densidade real	1,362	1,365	1,406	1,401	1,510	1,430	1,377	1,255	1,359	1,253
Alcatrão potencial. . . .	0,04 %	0,38 %	0,006 %	0,03 %	0,036 %	0,020	0,015 %	0,14 %	0,012 %	0,089 %
Poder calorífico superior .	7444 Cal/kg	7261 Cal/kg	7813 Cal/kg	7682 Cal/kg	7041 Cal/kg	7240 Cal/kg	7198 Cal/kg	6769 Cal/kg	7161 Cal/kg	6883 Cal/kg
Ponto de inflamação:										
Corrente de oxigénio (6 l/h)	270°	250°	310°	275°	265°	275°	320°	240°	225°	250°
Corrente de ar (13 l/h). .	415°	395°	440°	420°	390°	400°	380°	370°	320°	365°
Humidade	4,78	4,31 %	3,34	3,72	7,02	6,46	6,42	5,86	6,27	5,64
Cinzas	0,80	0,70	0,65	1,20	4,56	3,95	5,36	0,99	0,94	0,93
Carbono	80,78	78,29	87,46	83,67	75,99	78,14	80,15	74,96	77,04	76,34
Hidrogénio	3,51	3,74	3,10	3,40	2,75	2,86	2,81	3,74	3,27	3,73
Azoto	0,07	0,07	0,07					0,17		
Oxigénio, enxofre e perdas	10,05	12,89	5,38	8,01	9,68	8,59	5,26	14,28	12,48	13,36
	100,00 %	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00

de 94 °/₀ o que corresponde a um grau de dissociação α de 0,89 (tirado de $2\alpha/1+\alpha = 0{,}94$.)

— A reactividade do carvão de madeira é não só diferente consoante a *origem do carvão* mas também com as *condições de obtenção deste* (paralelismo com o coque no que respeita à destilação da hulha).

— A *temperatura de destilação* é um factor primacial da reactividade — Embora dos ensaios feitos se tenham registado apenas temperaturas máximas muito próximas, verifica-se que, por exemplo, as amostras 4 e 7, destiladas a 400° têm reactividades iguais embora com tempos de aquecimento diferentes; idêntico facto se passa com 10 e 11, 14 e 17. A uma maior temperatura corresponde uma maior reactividade.

— O carvão de madeira é mais reactivo a 850° que o coque de alta temperatura a 950° (da ordem de 40 °/₀).

— A um maior *tempo de aquecimento* parece corresponder sempre uma reactividade mais elevada, que a elevação da temperatura de destilação favorece.

— As *matérias voláteis* parecem diminuir a reactividade do carvão.

— A uma menor percentagem de *alcatrão potencial* corresponde uma maior reactividade.

— A um *ponto de inflamação* mais elevado parece corresponder uma maior reactividade (o que concorda com a influência das matérias voláteis)

— A uma maior *percentagem de carbono* corresponde uma maior reactividade.

Estas, as primeiras conclusões destes primeiros ensaios.

Sabemos bem que de dez ensaios destinados a este mesmo efeito, se não pode generalizar com absoluta segurança. Mas, como é bem patente, as conclusões são de tal modo gerais neste seu aspecto qualitativo, não havendo uma excepção sequer a confirmar a regra, que nos deixa, na singeleza deste primeiro abordar de problemas, a maior satisfação.

Foi nossa preocupação dominante conseguir um ensaio susceptível de ser repetido com rigor e que desse um resultado com significação precisa, mas, destas conclusões, parece não haver dúvida sobre que pontos deverão incidir os próximos trabalhos.

(*Continua*)

A PRÉ-FABRICAÇÃO NA TÉCNICA COLONIAL [1]

PELO ENGENHEIRO CIVIL (U. P.) MANUEL PIMENTEL PEREIRA DOS SANTOS
(Antigo assistente da Faculdade de Ciências do Porto)

C. D. 624.2 : 69

1. — Características dos trabalhos técnicos coloniais

O presente trabalho pretende referir-se em especial a dois aspectos de realizações técnicas: a construção de obras de arte e a de edifícios, sobretudo destinados à habitação.

O problema será encarado à luz do condicionamento criado pelas habituais condições de trabalho nas colónias, e que diz respeito aos dirigentes técnicos, à mão-de-obra e à obtenção dos materiais.

Duma maneira geral, são terrìvelmente escassos os dirigentes técnicos, englobando nesta designação desde os engenheiros aos simples encarregados de obras. O pessoal do Estado é reduzido e mal pago; não existem (ou apenas se esboça a sua constituição) empresas privadas capazes de se lançarem a este género de trabalhos. Sucede em consequência que, por vezes, obras de grande importância e responsabilidade têm de ser dirigidas por indivíduos cujas habilitações e competência deixam muito a desejar. Daí, como medida de defesa, a adopção sistemática de pontes de vigas rectas calculadas com larguíssima margem de segurança, mas muitas vezes reprováveis sob os pontos de vista económico e técnico. A sua utilização é, no entanto, imposta pela simplicidade de concepção e de execução.

Na mão-de-obra devemos distinguir a europeia da indígena. A primeira é muito cara, mas apesar disso só se obtém com enorme dificuldade quando se trata de trabalhos no mato. É, como se sabe, constituída por operários especializados. Por seu lado, a mão-de-obra indígena fornece o contingente de trabalho não especializado, sendo muito mais barata, mas não deixando de ser notáveis as dificuldades do recrutamento.

O último dos factores a examinar diz respeito à obtenção de materiais e de produtos industriais. Um grande número deles tem que ser importado de além-mar, em particular o ferro indispensável ao betão armado. Os longos percursos e os fretes elevados, (deixando de lado os lucros escandalosos de intermediários) pesam duramente sobre o seu custo.

2. — Vantagens da pré-fabricação

Dos factos que ficam apontados, embora superficialmente, é fácil deduzir a conveniência em, por assim dizer, concentrar a construção de obras de engenharia em estaleiros, nos quais se possam adoptar os métodos de produção em série de elementos idênticos, a seguir transportados para o local onde se fará uma montagem rápida e com pessoal diminuto. Com efeito, em tais estaleiros será possível enquadrar a mão-de-obra indígena com técnicos e operários europeus em menor número do que na actual dispersão de trabalhos, com óbvias vantagens sob os pontos de vista de disciplina, especialização e rendimento.

Evidentemente que a questão enunciada nestes termos gerais se apresenta com sérias dificuldades na sua adaptação às condições da prática. Vamos portanto des-

---

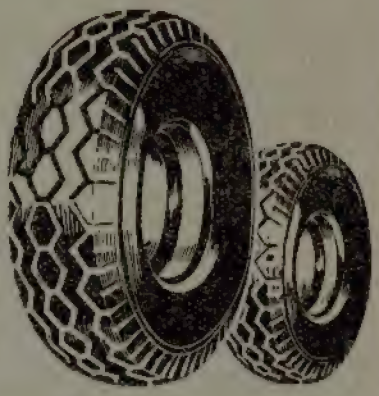
[1] Tese apresentada ao 1.º Congresso da Sociedade de Estudos da Colónia de Moçambique, reunido em Lourenço Marques, de 8 a 13 de Setembro de 1947, e publicada nas respectivas Actas.

Pneus e câmaras de ar

MABOR

Produção da

Manufactura Nacional de Borracha



Isolamentos interiores

CONTRA A HUMIDADE

CONTRA O CALOR

CONTRA O SOM

ANTHUMIDE

REPRESENTANTES: LEACOCK

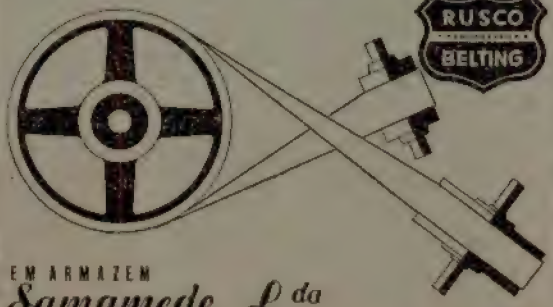
AV. 24 DE JULHO, 16—LISBOA

RUA JOSÉ FALCÃO, 185—PORTO

THE RUSSEL M F G. Co.

correias

CENTERFLEX



EM ARMAZEM

Samamede, L.da

agentes exclusivos....

rua nova do s. mamede, 74 b-74 c

Cimento «Liz» hidrofugado «N»

PRÓPRIO PARA

IMPERMEABILIZAÇÃO DE OBRAS

REBOCOS, FUNDAÇÕES, PAREDES, ETC.

Substitue com vantagem de ordem técnica e económica todos os impermeabilizadores conhecidos.

Em sacos de papel de 50 quilos

Peçam instruções para o seu emprêgo

Sede: Rua do Cais de Santarém, 64, 1.º — LISBOA
Filial: Rua de Santo António, 190-A, 1.º — PORTO

Agentes em todo o País

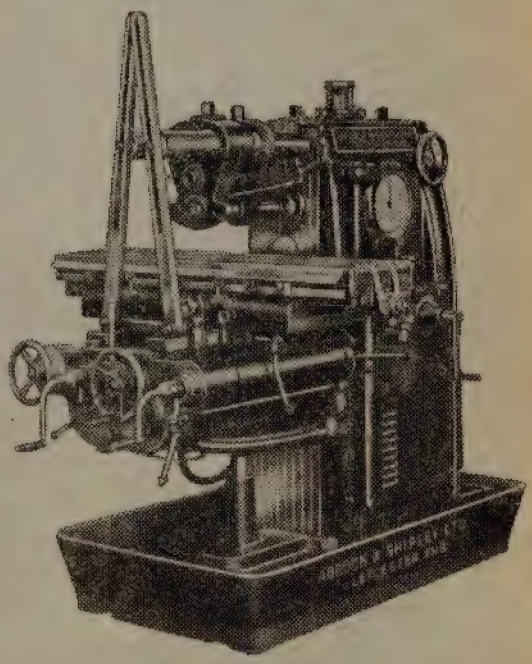
- Tornos mecânicos de precisão com caixa de engrenagens
- Máquinas de fresar universais
- Limadores mecânicos
- Máquinas de furar
- Barbequins eléctricos, etc.

Todas estas máquinas são construidas segundo os mais modernos princípios técnicos de grande rendimento e precisão e provêm de fábricas de primeira grandeza.

Entrega imediata ou a breve prazo

MÁQUINAS DE PRECISÃO, LIMITADA

(Director: Eng.º J. D'ARRIAGA DE TAVARES)



Armazém de exposição: **Rua da Boa Vista, 45-49 — LISBOA // Telef. 6 1581**

cer um pouco mais ao pormenor indispensável.

3. — O betão pré-esforçado, chave da pré-fabricação em pontes

A construção de pontes de variados vãos deve constituir, se possível, um dos objectivos da pré-fabricação. No estado actual da técnica, dos materiais normalmente usados em pontes de carácter definitivo, a saber o aço e o betão, só o primeiro é de considerar para tal fim. Na verdade, a construção metálica de pontes constitui um verdadeiro e claro exemplo de pré-fabricação: as peças mais variadas são convenientemente estudadas e executadas na oficina, transportadas para o local da obra e aí montadas. Nesse capítulo a guerra trouxe apreciáveis avanços, sobretudo no que respeita a pontes militares, que òbviamente podem prestar também relevantes serviços no tempo de paz. Sirvam de exemplo as pontes do sistema «Bailey» ou «Inglis».

Dois factores tornam, a nosso ver desaconselhável tal solução nas colónias. O primeiro diz respeito à dificuldade de conservação nos nossos climas, exigindo pinturas frequentes e dispendiosas. O outro incide sobre o facto de não dispormos actualmente de indústria metalúrgica, e não sendo provável a sua montagem com o grau de aperfeiçoamento requerido num futuro próximo, os diversos elementos das pontes terem de ser importados do estrangeiro e sobrecarregados com transportes de preços proibitivos. É critério a pôr de parte, portanto, pelo menos por agora.

Resta como única saída a obtenção dum material diferente dos já citados, que permita encontrar uma solução para as dificuldades aparentemente intransponíveis que parecem levantar-se. Esse material é o betão pré-esforçado.

4. — Características do betão pré-esforçado

São de todos bem conhecidas as deficiências que acompanham funcionalmente a construção em betão armado, e que resultam em última análise da pequena resistência do betão à tracção. Tais deficiências foram magistralmente caracterizadas por Freyssinet [1], delas resultando em condições normais tensões máximas de trabalho da ordem dos 60 kg/cm^2 para o betão e 1.500 kg/cm^2 para o ferro, ao passo que é hoje fácil obter betões com cargas de ruptura de 400 a 600 kg/cm^2 e aços com limite de elasticidade de 10.000 kg/cm^2 (permitindo portanto, cargas de segurança de, respectivamente, 150 e 5.000 kg/cm^2).

A fendilhação do betão, pondo em risco a conservação das armaduras e provocada por altas tensões do ferro, a presença de esforços de corte extremamente desfavoráveis quando combinados com tracções, a má utilização da zona comprimida em virtude da elevação da fibra neutra, os esforços derivados da retracção e da aplicação de cargas repetidas, condicionam e determinam os baixos valores citados.

A visão genial de Freyssinet consistiu em passar desse material heterogéneo limitado nas suas possibilidades, para um *novo material* trabalhando como um sólido homogéneo no qual os esforços de tracção ou não têm lugar, ou nunca ultrapassam o baixo valor consentido pelo betão sem fender. Este resultado foi conseguido introduzindo-se um estado prévio de coacção tal, que as compressões dele derivadas anulam em todos os pontos os efeitos desfavoráveis das tracções correspondentes às cargas e sobrecargas a prever. Os diagramas de Navier ilustrados na *fig. 1* mostram como numa viga flectida, sujeita à compressão C e à tracção T (I), a introdução dum pré-esforço por meio da armadura A (II) provoca um diagrama final (III) em que não existe qualquer tracção.

Não pretendemos entrar no estudo do betão pré-esforçado, estudo que se encontra feito em numerosas publicações técnicas, quer na parte teórica quer na de aplicação. Acentuemos apenas as particularidades que de momento nos interessam.

É evidente que o efeito de se carregar uma peça em betão pré-esforçado tem como consequência descomprimir as fibras infe-

---

[1] Freyssinet, *Travaux*, 101, (1941).

riores, arrastando com isso um alongamento do aço igual ao de betão na sua descompressão; mostra-se que o aumento de tensão resultante para o aço em virtude deste fenómeno é apenas de 2 a 3 % da tensão inicial.

Não há também necessidade de estribos. Basta realizar pré-tensões de compressão tais, que os esforços resultantes da composição com os esforços de tracção e de corte, sejam sempre compressões ou tracções admissíveis. Isto equivale a *transformar uma viga num arco.*

O betão pré-esforçado resiste maravilhosamente a esforços alternados, porque pràticamente nunca deixa de estar comprimido. E apresenta extraordinárias qualidades de *auto-reparação:* assim, uma conduta submetida a uma pressão superior à de ruptura fende, deixando esguichar a água — mas, suprimindo a sobre-pressão, o tubo fica de novo completamente estanque.

Compreende-se agora a possibilidade de utilizar ao máximo as resistências dos dois materiais associados, aço e betão. Ao passo que as cargas de ruptura deste último podem, em peças pré-fabricadas, atingir 1.000 kg/cm², os fios de aço duro apresentam limites de elasticidade de 11.000 e 12.000 kg/cm². Vêem-se portanto as perspectivas ilimitadas que o novo material oferece. Uma discussão de preços feita por Freyssinet [1] permite ajuizar da vantagem económica da sua adopção. Um aspecto para o qual queremos particularmente chamar a atenção é o seguinte: o peso do aço a transportar por navio com destino a uma dada obra em betão pré-esforçado, é impressionantemente inferior ao peso de ferro a importar para a mesma obra em betão armado. Além disso, pode ser enrolado, ocupando ainda muito menor espaço em igualdade de peso. Isto vem a reflectir-se sobre os preços de aplicação, em virtude da economia nos fretes.

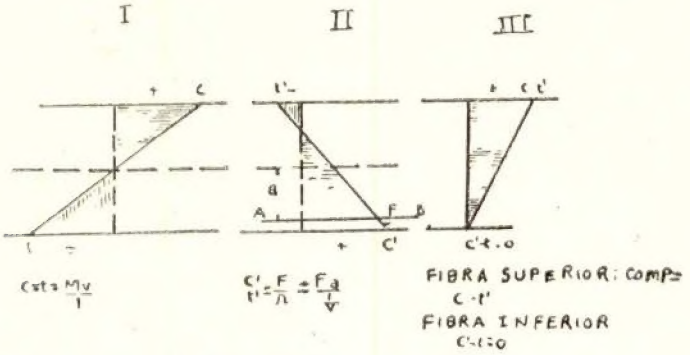


Fig. 1 — Diagramas de Navier

5. — Realizações

A *fig.* 2 representa a ponte de Elbeuf-sur-Andelle [1], construída em betão pré-esforçado. O vão entre encontros é de 10ᵐ; a largura da faixa de rolagem 6ᵐ, e a dos passeios 1ᵐ. A lage tem um vão entre eixos dos apoios de 10ᵐ,50 e um comprimento total de 11ᵐ; é de espessura constante segundo o perfil longitudinal, com 0ᵐ,35 ao longo do eixo e 0ᵐ,32 junto aos passeios, para realização do abaulamento do pavimento. Sobre a laje existe uma camada de 0ᵐ,35 de betão, servindo de fundação à camada de desgaste, executada em ladrilhos de asfalto.

As armaduras longitudinais e transversais foram realizadas em fios de aço duro de 5ᵐᵐ de diâmetro, com um limite de elasticidade de 11.000 kg/cm² e uma carga de ruptura de 15.000 kg/cm². A aderência foi impedida por envólucro betuminoso; empregaram-se cones sistema Freyssinet no ancoramento dos fios.

(1) Freyssinet, op. cit.

(1) Redonnet, *Travaux*, 124 (1943).

A laje apoia dum lado sobre uma articulação simples e do outro sobre uma biela inclinada a 1/5 (ambas do tipo Freyssinet).

O betão foi granulomètricamente estudado e aplicado com vibração.

A ponte de Longroy (1) é do mesmo tipo, mas o vão entre encontros é de 20^m, o vão entre eixos $20^m,50$ e o comprimento total da laje 21^m. A espessura desta varia longitudinalmente desde $0^m,53$ nos apoios a $0^m,69$ no meio, e transversalmente de $0^m,69$ a $0^m,63$ (secção transversal a meio).

Para o fim que temos em vista neste trabalho, não são pròpriamente estas pontes que nos interessam, mas sim a possibilidade de as pré-fabricar.

Nessa ordem de ideias, as pontes para o caminho de ferro trans-sahariano foram executadas em betão pré-esforçado, mas decompostas em peças de peso não excedendo 5 ton. a cuja montagem se procedeu no local.

Para vãos pequenos, adoptaram-se justamente pontes dos tipos descritos, mas constituídas por peças longitudinais de pequena largura, a pré-fabricar.

Assim (2):

Para vãos até 7^m empregaram-se três lajes interiores de $0^m,75$ de largura e duas lajes marginais de $0^m,625$ de largura, todas com a espessura uniforme de $0^m,40$.

Para vãos de 7 a 10^m utilizaram-se oito lajes interiores de $0^m,355$ de largura e duas lajes de margem de $0^m,133$; espessura uniforme de $0^m,60$. Em ambos os casos, armaduras sujeitas a tensões convenientes asseguram a resistência e solidariedade do conjunto.

Para vãos de 10 a 24^m Freyssinet lançou mão dum tabuleiro viga de $1^m,50$ de altura, formado transversalmente por seis elementos — duas e quatro elementos de lajes — solidarizados por armaduras transversais. No sentido longitudinal, cada elemento era formado por blocos de $1^m,98$ de comprimento, convenientemente ligados por armaduras. Processos simples e originais de lançamento foram empregados. Também os encontros e pilares se construíram de elementos pré-fabricados e pré-esforçados.

Como elemento de informação, comparemos os pesos de material a empregar em pontes, sendo uma de betão pré-esforçado de 14^m de vão, com 6^m de faixa de rolagem e passeios de 1^m, e duas em betão armado, segundo projectos estabelecidos com as mesmas características por um organismo oficial do Governo francês: (1)

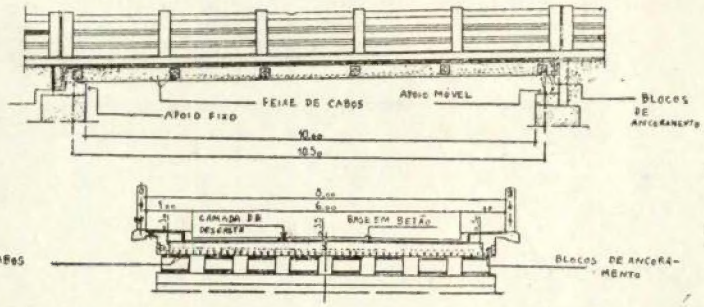


Fig. 2 — Ponte de Elbeuf-sur-Andelle

Designação	Espessura do tabuleiro	Volume de betão	Tonelagem de aço
	m	m^3	kgr
Ponte em betão armado de altura normal	1,66	64	15.500
Ponte em betão armado de altura reduzida	0,78	66	20.000
Ponte laje em betão pré-esforçado . .	0,48	55	3.200 aço duro 1.250 aço doce

(1) Redonnet, op. cit.

(2) J. Étève, *Travaux*, 131 (1944).

(1) Redonnet, op. cit.

Mas nem só os vãos pequenos e médios se podem vencer com pontes pré-fabricadas. Há bem pouco que foi concluída a ponte de Luzancy, obra prima da engenharia francesa, exemplo que ficará clássico de pré-fabricação duma grande obra de arte.

Atravessando o Marne num único vão de 55^m [1], é formada por três vigas tubulares, tendo-se obtido um rebaixamento de 1/23 (*fig. 3*). Cada viga é composta de 22 blocos pré-fabricados, sendo o volume de cada um de cerca de 2^{m3}, não excedendo portanto 5 ton. em peso. As armaduras, em aço duro de 5^{mm} de diâmetro e com um limite de elasticidade de 12.000 a 14.600 kg/cm², permitem a devida ligação entre todos os elementos, de forma a dar rigidez ao conjunto.

O espaçamento entre vigas é de $0,^m90$; a união entre elas faz-se por intermédio de lajes pré-fabricadas de $0^m,86 \times 1^m,20$ e de espessura variável amarrados por cabos de pré-esforço dirigidos transversalmente.

Os passeios são igualmente realizados por lajes pré-fabricadas de $1^m,10 \times 1^m,22$, pré-esforçadas depois da sua colocação (tal facto permite faze-las intervir na resistência do conjunto). Os pilares do guarda-corpo são igualmente pré-fabricados.

Os apoios são formados por três sistemas triângulados independentes, com dois lados comprimidos e um tendido e inferiormente dotados de articulações tipo Freyssinet, interpondo-se entre estas e o encontro macacos de regulação do mesmo sistema. Estes aparelhos permitem em qualquer momento regular o impulso exercido sobre os encontros, os esforços no betão, e ainda compensar os efeitos da retracção ou de qualquer possível deslocamento dos encontros. Feita a regulação, intercalam-se cunhas de betão armado, ficando o sistema em repouso.

Os 66 elementos das vigas foram moldados com utilização de apenas 4 cofragens. O betão, cuidadosamente estudado, foi vibrado pelo sistema «Vibrogir», sendo doseado a 400 kg. de cimento por m³. Tanto a granulometria como a percentagem de água mereceram especial atenção. As resistências obtidas foram as seguintes:

Aos 7 dias	296 kg/cm²
Aos 28 dias	404 kg/cm²
Aos 90 dias	480 gk/cm²

Isto permitiu adoptar cargas de segurança da ordem dos 130 kg/cm².

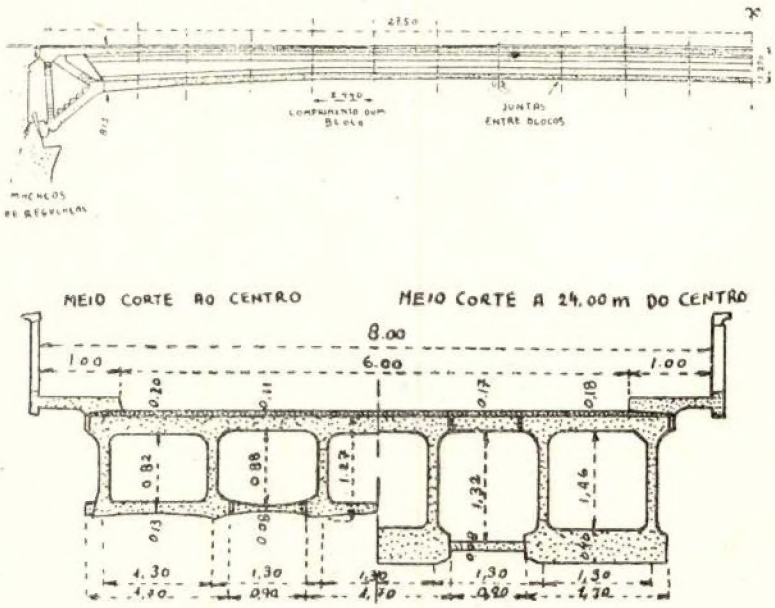


Fig. 3 — Ponte de Luzancy

(1) Lalande *Travaux*, 142 (1946).

A organização do estaleiro foi racionalmente estudada, de forma a permitir obter o máximo de rendimento. Enquanto se procedia ao fabrico dos 66 elementos citados, os restantes componentes da ponte eram moldados numa cadeia de montagem circular, executada com grande economia de meios.

As vigas foram montadas na margem e em seguida lançadas de forma interessantíssima, por um processo também estabelecido por Freyssinet, e cuja descrição não faremos.

O que fica dito é só por si suficiente para avaliarmos como novos caminhos se encontram doravante abertos à técnica de construção de pontes.

6. — O problema da habitação nas colónias

Passemos agora a abordar o outro assunto que nos propusemos tratar neste trabalho: o problema da habitação colonial. Vem-se verificando neste domínio aspectos de extrema acuidade, aos quais é preciso atender sem demora, tomando as providências que mais adequadas pareçam.

É sabido que lutamos com uma extraordinária falta de casas, quer nos pequenos como nos grandes aglomerados urbanos coloniais (em particular em Angola e Moçambique). Tal fenómeno não se reveste de características puramente locais, antes traduz um reflexo do que se passa no mundo inteiro.

Pretendemos aqui encarar apenas a maneira de poder construir ràpidamente, com economia e em condições aconselháveis em face dos dados climáticos.

7. — A carestia da construção civil

Para simplificar, vamos cingir-nos principalmente ao que se passa em Lourenço Marques, anotando desde já que o problema oferece muitos pontos de contacto com o que acontece em outras cidades e vilas da Colónia de Moçambique, e, pelo que podemos supor, de Angola.

Para que a construção civil possa oferecer uma remuneração compensadora do capital empregado sem ser pelo recurso às actuais rendas exorbitantes, é necessário promover o seu barateamento. As origens dos elevados encargos hoje pendentes sobre esta indústria podem reduzir-se esquemàticamente aos seguintes pontos:

a) Especulação com o valor dos terrenos;

b) Fretes pesados do caminho de ferro e camionagem para transporte de materiais pobres, em particular pedra e areia;

c) Lucros exagerados dos vendedores de materiais de construção;

d) Defeituosa rotina de construção, quer no projecto quer na direcção das obras;

e) Carestia de mão-de-obra.

Todos sabem o que se passa com as vendas sucessivas de terrenos; quanto aos fretes citados, basta dizer que muitas vezes excedem o próprio valor do produto transportado. Nos lucros dos importadores de materiais, nem é bom falar.

Limitar-nos-emos portanto às duas últimas alíneas, procurando os meios de remediar os efeitos nelas referidos.

A construção actual quase se resume ao tipo de casa de blocos de cimento ou de tijolos, cintada com vigas de betão armado, e geralmente com cobertura em terraço sem qualquer protecção. Atendendo a este último facto e à espessura das paredes (blocos de $0^{m},20$ ou tijolo a uma vez) e ainda ao abuso das superfícies envidraçadas sem defesa contra os raios solares, as condições de conforto e salubridade nestas habitações podem classificar-se de péssimas.

Além disso (mesmo deixando de parte o elevado preço dos materiais), o tempo gasto na construção contribui juntamente com as condições da mão-de-obra para o alto custo final dos edifícios.

E, no entanto, torna-se imperioso fomentar a construção das muitas centenas de moradias que já hoje faltam na cidade, sem perder de vista que esta tende a desenvolver-se num ritmo acelerado, com o consequente agravamento da situação actual.

8. — A pré-fabricação na construção civil

A terrível escassez de alojamentos nos países que mais directamente sofreram com